

LA GESTION ET LA CONSERVATION DE LA SAUVAGINE EN AMÉRIQUE DU NORD DANS LE CONTEXTE  
DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

par  
Frédéric S.Goulet

essai présenté au Département de biologie  
en vue de l'obtention du grade de maître en écologie internationale (M.E.I.) et en gestion de  
l'environnement

Sous la direction de Monsieur Christian Roy  
et  
Madame Sophie Calmé

FACULTÉ DES SCIENCES  
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Sherbrooke, Québec, Canada, Mai 2020

## Sommaire

Mots clés : Sauvagine, PNAGS, changements climatiques, adaptation, gestion, conservation, Amérique du Nord

Enjeux majeurs du 21<sup>e</sup> siècle, les changements climatiques vont bouleverser la stabilité environnementale relative dans laquelle les espèces et la société actuelle ont évolué. Les approches de conservation qui sont actuellement utilisées pourraient être compromises ou encore mal adaptées aux besoins futurs. Il est important d'intégrer un aspect d'adaptation aux changements climatiques au sein de ces approches afin d'optimiser l'efficacité des mesures de conservation.

L'objectif principal de cet essai est d'explorer la possibilité d'intégrer des mesures d'adaptation aux changements climatiques dans l'élaboration de plans de gestion d'oiseaux migrateurs considérés comme gibier en Amérique du Nord. En Amérique du Nord, plusieurs espèces d'oiseaux migrateurs accomplissent leurs cycles de vie à travers le Canada, les États-Unis et le Mexique, sans en reconnaître les frontières. Ces pays ont donc adopté une gestion conjointe et collaborative des oiseaux migrateurs, notamment par l'entremise du Plan nord-américain de gestion de la sauvagine. En partant des stratégies de gestion actuelles, des perspectives d'évolution du climat et de leurs répercussions sur les espèces de sauvagine, ainsi que de la vulnérabilité de certaines espèces face aux changements climatiques, cet essai tend à mettre en lumière les principaux éléments que les gestionnaires doivent sans conteste intégrer dans leurs stratégies, au même titre que plusieurs mesures d'adaptations qui doivent être incluses dans les processus actuels.

Au terme de cet essai, il s'avère que les gestionnaires de la sauvagine en Amérique du Nord possèdent déjà des outils qui faciliteront l'adaptation de la gestion de ces espèces dans le contexte des changements climatiques. Néanmoins, plusieurs défis restent à surmonter et les recommandations formulées reposent sur l'importance de la collaboration internationale et du système déjà en place permettant la mise en œuvre des stratégies à l'échelle régionale; l'augmentation de l'intérêt du public envers la nature et la conservation; l'utilité de cibler les efforts de conservations prioritaires et nécessaires; l'évaluation de la vulnérabilité des espèces; la réduction de l'incohérence de certaines politiques; le besoin d'adapter les mesures de suivi des

populations et des habitats; la nécessité de continuer à développer des modélisations pour anticiper les effets des changements climatiques, et surtout de fixer des objectifs communs à long terme avec des objectifs à plus court terme qui devront être réévalués fréquemment afin d'adapter les stratégies au contexte de changements climatiques et d'incertitude.

## Remerciements

Qui aurait cru à l'époque de ma technique en aménagement cynégétique et halieutique, ou encore au baccalauréat, que j'aboutirais à des études universitaires de 2<sup>e</sup> cycle? À la suite de ce parcours parsemé d'embuches, c'est avec fierté que j'arrive au terme de mes études par le dépôt de cet essai dans le cadre la double diplomation en Maîtrise en Écologie internationale et Gestion de l'environnement de l'Université de Sherbrooke.

Riche en expériences, en connaissances, en développement personnel et professionnel et surtout en rencontres merveilleuses, ce programme m'a permis d'acquérir les outils et réflexions nécessaires pour faire face aux problématiques écologiques et environnementales du 21<sup>e</sup> siècle.

Je tiens tout d'abord à remercier la direction des deux maîtrises, plus particulièrement Caroline Cloutier qui m'a beaucoup aidé par l'entremise de ses conseils judicieux, éclairés et de son grand altruisme. Je remercie également Sophie Calmé et Christian Roy pour leur travail de supervision, leurs commentaires de qualité, pour m'avoir guidé dans le développement de mes idées et pour leur grande compréhension.

Ma reconnaissance va aussi à ma copine Agathe Tromelin. Nous nous sommes entraides, supportés et aimés à travers la réalisation de cette double diplomation ensemble.

Je remercie également mes parents Marlène et Roger de m'avoir supporté tout au long de mon cheminement scolaire. Je remercie aussi mon grand-père et Francine pour leurs soutiens.

Je souhaite également remercier tous les gens que j'ai eu la chance de côtoyer tout au long de ce cheminement.

Enfin, je remercie spécialement Nala, c'est elle qui m'a le plus fidèlement supporté tout au long de mon parcours scolaire. Elle m'a permis de me changer les idées et de décrocher quand j'en avais besoin.

## Table des matières

|  |    |
|--|----|
| Introduction.....  | 11 |
| 1. Chapitre 1 Gestion des oiseaux migrateurs.....  | 14 |
| 1.1. Approches de conservation et de gestion actuelles.....  | 14 |
| 1.1.1. Suivi des populations.....  | 15 |
| 1.1.2. Protection des habitats .....   | 18 |
| 1.1.3. Gestion du prélèvement cynégétique .....  | 21 |
| 1.2. Cadre de collaboration internationale .....   | 22 |
| 1.2.1. Plan nord-américain de gestion de la sauvagine (PNAGS) .....  | 22 |
| 1.2.2. Autres initiatives internationales .....  | 26 |
| 1.3. Responsabilités et implication du Canada.....   | 27 |
| 1.3.1. Législation.....  | 27 |
| 1.3.2. Zone de gestion .....   | 28 |
| 1.4. Responsabilités et implication des États-Unis.....  | 28 |
| 1.4.1. Organismes de voies migratoires .....   | 30 |
| 1.5. Responsabilités et implication du Mexique .....   | 31 |
| 1.6. Organisations non gouvernementales internationales et locales.....  | 33 |
| 1.6.1. <i>Ducks unlimited</i> inc., Canards illimités Canada et <i>Ducks unlimited de México</i><br>(DUMAC) 34 |    |
| 1.6.2. Delta Waterfowl .....   | 34 |
| 1.6.3. Oiseaux Canada et Nature Canada .....   | 35 |
| 1.6.4. BirdLife International.....   | 35 |
| 1.6.5. Habitat faunique Canada.....  | 36 |
| 1.7. Conclusion .....  | 36 |
| 2. Chapitre 2 Perspective des changements climatiques.....   | 37 |

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 2.1.    | Perspective d'avenir de l'évolution du climat en relation avec la sauvagine ..... | 37 |
| 2.1.1.  | L'Arctique et le Nord .....   | 44 |
| 2.1.2.  | Forêt boréale .....   | 47 |
| 2.1.3.  | Région des fondrières des prairies .....  | 50 |
| 2.1.4.  | Côte du Pacifique.....  | 54 |
| 2.1.5.  | Grands Lacs et le fleuve Saint-Laurent .....                                      | 56 |
| 2.1.6.  | Côte de l'Atlantique.....   | 58 |
| 2.1.7.  | Région des grands bassins .....   | 60 |
| 2.1.8.  | Régions des grandes plaines du sud .....  | 62 |
| 2.1.9.  | Plaine alluviale du Mississippi et Golfe du Mexique .....                         | 64 |
| 2.1.10. | Côte du Pacifique Sud.....  | 67 |
| 2.2.    | Points focaux .....   | 69 |
| 2.3.    | Effets sociaux potentiels associés .....  | 71 |
| 2.3.1.  | Effets potentiels d'ordre économique .....  | 71 |
| 2.3.2.  | Chasse.....   | 74 |
| 2.3.3.  | Agriculture .....   | 75 |
| 2.3.4.  | Effets potentiels de nature culturelle.....                                       | 76 |
| 2.4.    | Conclusion .....  | 77 |
| 3.      | Chapitre 3 Stratégies d'adaptation.....   | 78 |
| 3.1.    | Loi et politique.....   | 78 |
| 3.1.1.  | Intégration des espèces dans les plans de lutttes aux changements climatiques .   | 79 |
| 3.1.2.  | Limite législative .....  | 80 |
| 3.1.3.  | Implication du public .....   | 82 |
| 3.2.    | Surveillance et planification .....   | 83 |
| 3.2.1.  | Programme de suivis des populations.....  | 84 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 3.2.2. | Suivis de l'état des habitats .....  | 85  |
| 3.2.3. | Validation de l'atteinte des objectifs et évaluation de l'efficacité des mesures...  | 87  |
| 3.3.   | Gestion de la récolte et modélisation de la dynamique de population .....  | 88  |
| 3.3.1. | Modèles de population .....  | 89  |
| 3.3.2. | Modélisation de la dynamique de population .....   | 90  |
| 3.3.3. | Modélisation des impacts des changements climatiques sur les oiseaux<br>migrateurs .....   | 91  |
| 3.4.   | Analyse de vulnérabilité des espèces face aux changements climatiques .....  | 92  |
| 3.5.   | Gestion et protection de l'habitat .....   | 100 |
| 3.5.1. | Protection d'habitat .....   | 103 |
| 3.5.2. | Acquisition de connaissances .....   | 104 |
| 3.6.   | Conclusion .....   | 106 |
|        | Conclusion .....   | 107 |
|        | Références.....  | 109 |
|        | Annexe 1 Espèces de sauvagine à statut particulier selon l'UICN, le Canada, les États-Unis et le<br>Mexique.....                             | 151 |
|        | Annexe 2 Valeurs de chaque critère obtenu pour l'analyse de vulnérabilité des espèces de<br>sauvagines face aux changements climatiques..... | 153 |

## Listes des figures

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Figure 1.1 | Efforts effectués dans le cadre du Relevé des populations reproductrices et des habitats de la sauvagine ..  | 16 |
| Figure 1.2 | Distribution des différents plans conjoints de gestion des habitats et des à travers l'Amérique du Nord ..   | 25 |
| Figure 1.3 | Répartition des Régions de conservation des oiseaux à travers l'Amérique du Nord ..  | 27 |
| Figure 1.4 | Localisation des quatre couloirs migratoires en Amérique du Nord.....  | 30 |
| Figure 1.5 | Unités régionales de gestion et conservation des oiseaux aquatiques migrateurs au Mexique ..   | 32 |
| Figure 2.1 | Variation de la température annuelle et des précipitations annuelles à l'échelle de l'Amérique du Nord ..  | 38 |
| Figure 2.2 | Schéma du régime d'écoulement fluvial saisonnier observé et prévu de plusieurs bassins versants alimentés par la fonte des neiges au Canada.....           | 40 |
| Figure 2.3 | Répartition des différentes écorégions d'intérêts selon <i>Ducks Unlimited</i> inc. ...  | 44 |
| Figure 2.4 | Augmentation de la température observée au Canada depuis 1948. ....  | 48 |
| Figure 2.5 | Évolution du nombre de chasseurs américains actifs (en rouge) et la taille de population reproductrice de canards en millions (en bleu) entre 1952 et 2015 | 73 |
| Figure 2.6 | Évolution du nombre de chasseurs canadiens actifs entre 1966 et 2015.....  | 73 |



## Liste des tableaux

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Tableau 3.1 | Pondération des traits écologiques des espèces considérés comme facteurs additifs dans l'analyse de la vulnérabilité des espèces..... | 95 |
| Tableau 3.2 | Pondération des facteurs multiplicatifs de la vulnérabilité des espèces face aux changements climatiques. ....                        | 96 |
| Tableau 3.3 | Pondération du facteur de statut de l'espèce à l'échelle internationale et des trois pays.....  | 97 |
| Tableau 3.4 | Vulnérabilité des espèces de sauvagine face aux changements climatiques, le pointage et le rang de priorité des espèces. ....         | 97 |

## Liste des symboles, sigles et acronymes

|          |   |
|----------|---|
| AHM      | <i>Adaptative Harvest Management</i>  |
| AICA     | <i>Areas de importancia para la Conservacion de las Aves en Mexico</i>          |
| CNACTH   | Conseil nord-américain de conservation des terres humides                       |
| CONABIO  | <i>Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad</i>         |
| COSEPAC  | Comité sur la situation des espèces en péril au Canada                          |
| CPNAGS   | Comité du Plan nord-américain de gestion de la sauvagine                        |
| CWA      | <i>Clean Water Act</i>  |
| DUMAC    | <i>Ducks unlimited de México</i>  |
| ECCC     | Environnement et Changement Climatique Canada                                   |
| GES      | Gaz à effet de serre  |
| GIEC     | Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat                  |
| GLISA    | Great Lakes Integrated Sciences and Assessments                                 |
| ICOAN    | l'Initiative de conservation des oiseaux de l'Amérique du Nord                  |
| NAWCA    | <i>North American Wetlands Conservation Act</i>                                 |
| NFWPCAP  | <i>Wildlife and Plants Climate Adaptation Partnership</i>                       |
| PCHP     | Plan conjoint d'habitat de la côte du Pacifique                                 |
| PNAGS    | Plan nord-américain de gestion de la sauvagine                                  |
| RCO      | Régions de conservation des oiseaux   |
| RPRHS    | Relevé des populations reproductrices et des habitats de la sauvagine           |
| SCF      | Service canadien de la faune  |
| SDJV     | Sea Duck Joint Venture  |
| SEMARNAT | <i>Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales</i>                        |
| SUMA     | <i>Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre</i>  |
| UICN     | Union internationale pour la conservation de la nature                          |
| UMA      | <i>Unidad de Manejo Ambiental</i>   |
| USD      | Dollar des États-Unis   |
| USDA     | <i>United States Department of Agriculture</i>                                  |
| USFWS    | <i>U.S. Fish and Wildlife Service</i>   |
| USSCANF  | <i>United States Senate Committee on Agriculture, Nutrition, &amp; Forestry</i> |
| ZICO     | Zones importantes pour la conservation des oiseaux                              |

## Introduction

Au cours du 20<sup>e</sup> siècle, et plus particulièrement dans les années 1980, les populations d'oiseaux migrateurs considérées comme gibier, la sauvagine, ont connu un déclin important en dépit du système de gestion de la récolte qui avaient été développé sous l'égide de la *Convention concernant la protection des oiseaux migrants au Canada et aux États-Unis* (Anderson *et al.*, 2018a; Comité du Plan nord-américain de gestion de la sauvagine [CPNAGS], 2018; Humburg *et al.*, 2018). La diminution des populations de sauvagine a forcé les gestionnaires de la faune et les chasseurs à questionner leur système de gestion. En Amérique du Nord, les oiseaux migrateurs accomplissent leurs cycles de vie à travers le Canada, les États-Unis et le Mexique, sans en reconnaître les frontières. Ces oiseaux fréquentent donc une grande variété d'écosystèmes qui leur sont essentiels en fonction de leurs stades de vie. Ces trois pays ont alors adopté une gestion conjointe et collaborative des oiseaux migrateurs, notamment par l'entremise du Plan nord-américain de gestion de la sauvagine (PNAGS). Ce plan ne vise pas seulement la conservation des espèces et de leurs habitats, il intègre aussi la dimension sociale associée à l'utilisation de cette ressource. Cette collaboration internationale permet alors d'étendre les mesures de conservation sur l'ensemble du territoire nord-américain fréquenté par ces espèces migratrices. La sauvagine a bénéficié d'un tel intérêt de conservation en raison de son importance d'ordres culturel et économique (Anderson *et al.*, 2018a). On compte plus de 1,3 millions de chasseurs sur le continent nord américain, dont l'activité génère annuellement près de 2 milliards de dollars de retombées économiques (Federal, Provincial, and Territorial Governments of Canada, 2014; USFWS, 2015; Wait, 2017).

Cependant, les oiseaux migrateurs et leurs gestionnaires seront confrontés à l'un des enjeux majeurs du 21<sup>e</sup> siècle : les changements climatiques. Ceux-ci vont en effet engendrer plusieurs modifications du climat à l'échelle planétaire. La stabilité climatique relative dans laquelle les différentes espèces et la société actuelle ont évolué sera bouleversée par les répercussions qui en découleront. La communauté scientifique internationale, notamment le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a modélisé les effets de la modification du climat au cours du 21<sup>e</sup> siècle afin d'en anticiper les impacts. À l'échelle planétaire, les chercheurs entrevoient une augmentation de la température entraînant notamment la montée des niveaux des océans, une modification du régime hydrique et des précipitations, la réduction du couvert

de neige, l'augmentation de la fréquence d'événements climatiques extrêmes comme les ouragans, les sécheresses et les inondations, et le réchauffement des eaux. L'ampleur des impacts sera différente à travers le continent nord américain selon les contextes climatiques régionaux (GIEC, 2018). C'est ainsi dire que les espèces d'oiseaux migrants seront confrontées à la modification de leurs habitats. Considérant les particularités des espèces ainsi que des modifications de leurs niches écologiques, il est évident que les espèces répondront de manières différentes à ces changements. Certains effets chez les oiseaux migrants sont déjà observables, comme un changement de répartition géographique (Lehikoinen *et al.*, 2013; Brook *et al.*, 2009; Robertson *et al.*, 2017) ou encore la synchronisation des migrations (Crick, 2004; Drever *et al.*, 2012; Xavier, 2012; Finger *et al.*, 2016; Zaifman *et al.*, 2017).

Assurer une gestion adéquate de ces espèces et de leur habitat, dans le contexte de changements climatiques, mais aussi dans celui des perturbations continues induites par les sociétés humaines (utilisation des sols, introduction d'espèces exotiques, etc.), représente donc un défi supplémentaire pour les gestionnaires responsables. Puisqu'il est difficile de prédire les conditions du système dans le futur, il est nécessaire de rehausser la résilience des approches de gestion et de conservation actuelles afin d'assurer leur efficacité dans le futur.

Cet essai vise donc à analyser la possibilité d'intégration de mesures d'adaptation aux changements climatiques dans l'élaboration de plans de gestion d'oiseaux migrants considérés comme gibier en Amérique du Nord. Pour ce faire, le premier chapitre présentera les stratégies actuelles de gestion et de conservation des oiseaux migrants sur le continent. Les responsabilités et engagements des différentes parties prenantes dans la gestion et la conservation des oiseaux migrants chassés seront également mis de l'avant pour mieux comprendre le contexte de gestion collaboratif international. Par la suite, le second chapitre fera l'état des perspectives d'avenir concernant l'évolution du climat de l'Amérique du Nord, les incidences potentielles sur les habitats essentiels des oiseaux migrants considérés comme gibier ainsi que les risques et opportunités découlant de ces éléments sur ces populations. Les effets socioéconomiques potentiels sur l'activité cynégétique, l'agriculture et sur la culture entourant la sauvagine y seront aussi traités. Ces deux chapitres permettront ainsi de dresser un portrait de la gestion actuelle de ces espèces et des enjeux émanants des changements climatiques dans la conservation de la sauvagine.

Un dernier chapitre mettra finalement en évidence les principaux avantages et inconvénients des mesures de gestion actuelles des oiseaux migrateurs considérés comme gibier en Amérique du Nord face aux changements climatiques, dans une perspective de gestion coopérative internationale. Ces avantages et inconvénients seront accompagnés de recommandations sur les mesures de conservation et de gestion à préconiser dans le contexte de changements climatiques afin de favoriser l'adaptation des espèces migratrices plus vulnérables et des sociétés humaines.

## **Chapitre 1**

### **Gestion des oiseaux migrateurs**

Ce chapitre vise d'abord à présenter brièvement les types d'approches de conservation et de gestion actuelle des oiseaux migrateurs en Amérique du Nord. Il aborde ensuite la collaboration internationale entourant cette catégorie d'espèces à travers les différents accords et ententes entre les pays selon la chronologie des événements. Cela est suivi par la description des différentes responsabilités et implications de chacun des pays. Finalement, les principales organisations non gouvernementales qui agissent pour la conservation de ces espèces, tant au niveau international que local, sont présentées de manière globale. Le but de ce chapitre est de décrire la hiérarchisation de ces organismes ainsi que leur importance dans l'élaboration et la mise en œuvre de solutions de conservation.

#### **1.1. Approches de conservation et de gestion actuelles**

Par le passé, les populations de sauvagine ont connu un déclin important, en partie en raison de prélèvements cynégétiques excessifs, mais également à cause de la dégradation importante de leurs habitats de nidification (Anderson *et al.*, 2018a; CPNAGS, 2018; Humburg *et al.*, 2018). Dès lors, plusieurs intervenants ont pris des initiatives afin de protéger la pérennité de cette ressource. Cependant, le caractère migratoire de ces espèces rend l'application de stratégies de conservation à l'échelle de la juridiction d'un seul pays peu efficace. C'est pourquoi aujourd'hui ces populations d'oiseaux migrateurs sont protégées par l'entremise d'accords internationaux et que les mesures de gestion et de conservation mises en place sont implémentées et gérées collaborativement. Ces efforts communs favorisent ainsi la pérennité des populations, de même que celle des différents milieux qu'elles fréquentent à travers leur cycle de vie, tout en assurant des opportunités de chasse à travers l'Amérique du Nord (Anderson *et al.*, 2018a).

Dans ce contexte, on considère que la première étape est d'assurer un suivi régulier des populations de sorte à repérer les tendances des populations. Le suivi régulier des populations permet la gestion du prélèvement et l'encadrement des autres actions associées à l'activité cynégétique qui sont perçus comme des facteurs d'importance dans le cadre de la gestion et de la conservation de la sauvagine en Amérique du Nord. La deuxième priorité pour assurer la pérennité des populations est

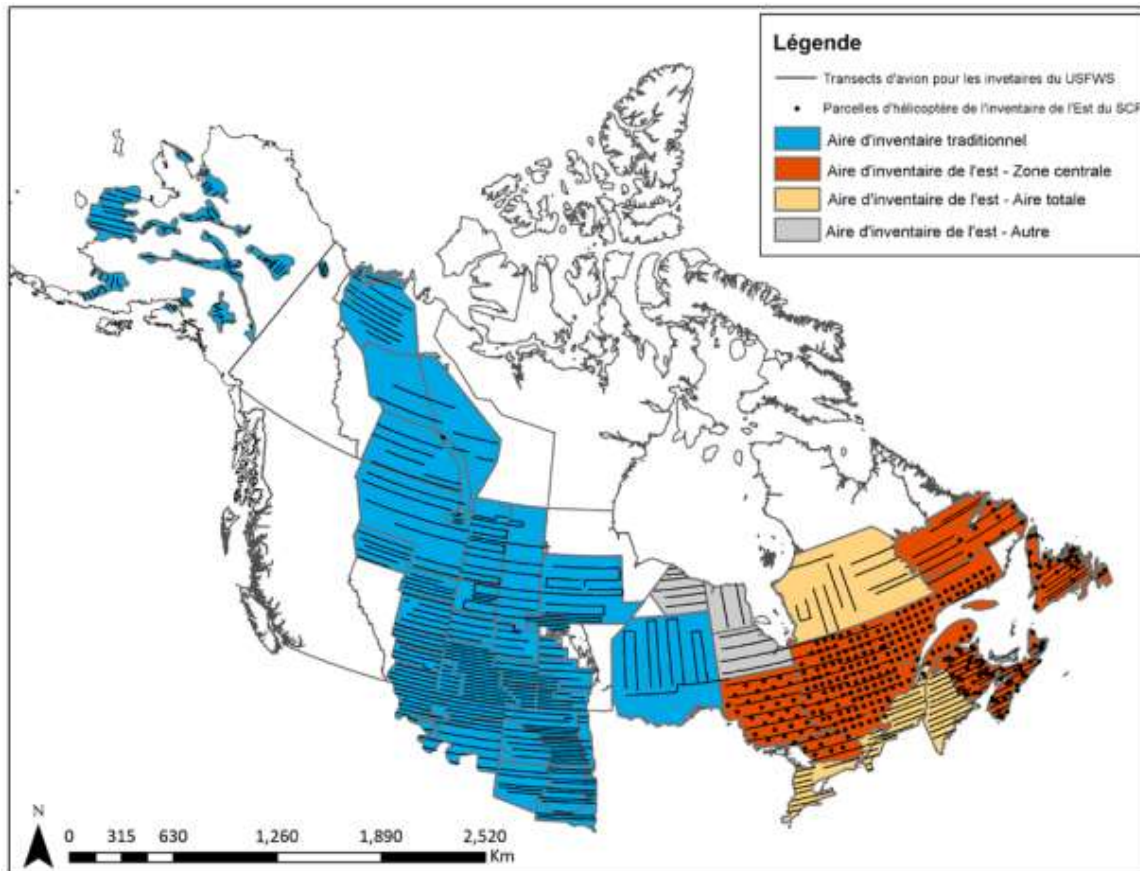
la protection de l'habitat. Historiquement, la protection des habitats de nidification a été priorisée. À la suite de l'acquisition de connaissances, les gestionnaires considèrent maintenant que la conservation de ces espèces dépend également de la qualité et de la quantité de sites d'hivernages et d'haltes migratoires dont elles disposent, et c'est pourquoi la protection de ceux-ci est importante à considérer.

#### **1.1.1. Suivi des populations**

Les programmes de surveillance à long terme des populations sont primordiaux pour mesurer l'efficacité des mesures de gestion et de conservation de la sauvagine. Ces programmes permettent de mesurer les tendances et les trajectoires des populations exploitées, ainsi que certains paramètres démographiques clés, et d'adapter les stratégies de gestion en fonction des tendances observées (CPNAGS, 2018).

Les canards barboteurs sont très prisés par la chasse et font l'objet de beaucoup d'efforts d'inventaires (Nichols *et al.*, 1995; Nichols & Williams, 2006; Sedinger & Hezog, 2012). Sans détailler finement les méthodes de suivi des populations, il faut néanmoins savoir que l'évaluation de l'état des populations de canards barboteurs est une activité réalisée annuellement, de manière à bien corroborer l'état actuel des populations avec les mesures entourant la chasse (Environnement et Changement Climatique Canada [ECCC], 2017a). L'inventaire principal au Canada est le relevé des populations reproductrices et des habitats de la sauvagine (RPRHS) qui s'étend sur une très grande proportion du Canada, à l'exception de la Colombie-Britannique et du Yukon qui possèdent leurs propres inventaires, ainsi qu'une partie des États-Unis (Smith, 1995). Cet inventaire aérien est un exercice conjoint du *Fish and Wildlife Service* des États-Unis (USFWS) et du Service Canadien de la Faune (SCF), une division générale d'ECCC. Ce sont environ 3,6 millions de km<sup>2</sup> qui sont couverts par cet inventaire et cette superficie inclut les principales aires de nidification de l'est de l'Amérique du Nord et du centre du continent (Smith, 1995). Le RPRHS est divisé en deux composantes majeures, l'une couvrant le centre et l'ouest du Canada ainsi que le nord-ouest des États-Unis, l'autre couvrant la portion est du Canada et le nord-est des États-Unis (Fig. 1.1) (ECCC, 2017a). L'inventaire de la

première est en place depuis 1955 alors que celui de la seconde est effectué chaque année depuis 1990, ce qui permet d'évaluer la tendance des populations depuis ces dates (Fig 1.1).



**Figure 1.1 Efforts effectués dans le cadre du Relevé des populations reproductrices et des habitats de la sauvagine.** Inventaire dans la portion ouest du Canada et nord-ouest des États-Unis (en bleu) et inventaire de la sauvagine dans l'aire de reproduction de l'Est (orange, jaune et gris).

Source : ECCC (2017a)

De plus, des mesures d'inventaires sont également réalisées à des échelles plus petites. Le Relevé des populations reproductrices de sauvagine dans des parcelles échantillonnées au sol dans le sud de l'Ontario et le Relevé des populations reproductrices de sauvagine des basses-terres du Saint-Laurent sont de bons exemples (ECCC, 2017a). Ces inventaires à échelle plus restreinte permettent alors d'assurer un suivi des populations qui nichent dans des environnements où la pression anthropique est plus élevée. D'autres inventaires sont également réalisés lors de la période de migration ainsi qu'en période d'hivernage (ECCC, 2017a).



Les canards de mers sont plus difficiles à inventorier en raison de la plus faible accessibilité et de la dimension de leur habitat. Dès lors, la majorité des suivis sont réalisés environ tous les trois ans. Les estimés de populations de canards de mer sont donc relativement moins fiables que les estimés de populations des espèces de canards barboteurs (Naugle *et al.*, 2000, Boyd *et al.*, 2015, Schummer *et al.*, 2018). Plusieurs efforts ont été consentis récemment afin de développer des méthodes alternatives d'inventaires pour ce groupe d'espèces (Sea Duck Joint Venture [SDJV], 2007; Silverman *et al.*, 2013).

En ce qui concerne les oies et les bernaches, les populations sont désormais suivies principalement via les programmes de baguage (Alisauskas *et al.*, 2009; Alisauskas *et al.*, 2014). Le programme de suivi par baguage des oiseaux est très développé pour la sauvagine et permet l'acquisition d'une grande quantité d'informations. Cette technique permet, entre autres, d'en apprendre davantage sur les mouvements migratoires, le taux de survie annuel, le taux de fidélité, la taille des populations, le taux de récolte par la chasse et le taux de retour de bague (Vrtiska & Oldenburger, 2018). L'intégration des données de suivi de populations et des données de baguage semble être une avenue particulièrement prometteuse pour améliorer les programmes de suivi des populations de sauvagine (Arnold *et al.*, 2018; Koons *et al.*, 2017; Zhao *et al.*, 2019).

Les informations acquises par ces programmes de suivi et d'autres recherches sur la dynamique des populations favorise la saine gestion des oiseaux migrants (Williams & Castelli, 2012; Roberts *et al.*, 2018). Cela permet aux gestionnaires du Plan nord-américain de gestion de la sauvagine (PNAGS) de déterminer régulièrement des objectifs de population des différentes espèces de sauvagine à travers l'Amérique du Nord. Ainsi, la comparaison entre la taille des populations et des objectifs du PNAGS permet de mieux évaluer l'état des populations et d'évaluer l'efficacité des mesures de conservation qui ont été déployées au cours des dernières années.

De plus, les données acquises peuvent être réutilisées par des programmes de recherche qui visent l'élaboration d'outils de gestion des populations de sauvagine plus modernes. Ainsi, la mise en relation des données de populations de sauvagine avec des paramètres environnementaux permet de mieux comprendre leur dynamique (Hoekman *et al.*, 2002; Lonsdorf *et al.*, 2006; Bloom *et al.*, 2013; Reese *et al.*, 2017; Aagaard *et al.*, 2018). Ces modèles peuvent être très utiles dans la perspective où les effets des changements climatiques sur l'environnement peuvent être prévisibles

alors que les réponses des différentes espèces de sauvagines sont difficiles à prédire (Zhao *et al.*, 2019a). Par exemple, Zhao *et al.* (2019a) ont pu déterminer une relation entre l'utilisation des sols, la quantité de fondrières et la productivité du canard pilet (*Anas acuta*) dans les prairies. Après avoir identifié des variables environnementales qui influencent la dynamique des populations, il est possible d'appréhender les effets sur la dynamique de population en fonction de l'évolution de ces variables dans le contexte des changements climatiques. Cette notion sera abordée plus en détail dans le chapitre 3.

### **1.1.2. Protection des habitats**

Pour maintenir des populations de sauvagine abondantes et résilientes, il est essentiel que la qualité et la quantité d'habitats soient adéquates, et ce, tout au long de leur cycle annuel. Ceci est d'autant plus important que l'altération et la disparition des milieux humides ont été très importantes durant le 20<sup>e</sup> siècle et plusieurs États ou régions ont perdu plus de 50 % de leurs milieux humides (Patterson, 1995; Browne & Hamburg, 2010). Bien que la protection des milieux humides a connu plusieurs améliorations (Rubec & Hanson, 2009) mais plusieurs lacunes persistent (Hagy *et al.*, 2014). Les perturbations anthropiques autour des milieux humides, telle que la conversion des prairies en milieux agricoles et le développement urbain, continuent à avoir un impact négatif sur les populations de canards (Greenwood *et al.*, 1995; Podrutzny *et al.*, 2002; Wong *et al.*, 2012). C'est pourquoi les gestionnaires préconisent la protection des habitats restants, de même que la restauration des milieux altérés.

De manière générale, tant au Canada qu'aux États-Unis et au Mexique des mesures législatives sont mises en place pour protéger les milieux humides. Plusieurs outils de gestion et de conservation des habitats ont été instaurés (Hagy *et al.*, 2014). En particulier, le programme de subventions prévu par le *North American Wetlands Conservation Act* (NAWCA) qui est passé par le congrès Américain pour supporter les activités du PNAGS a fourni des ressources financières importantes pour protéger les milieux humides en Amérique du Nord. Ce programme attribue des subventions pour des projets de conservation des zones humides aux États-Unis, au Canada et au Mexique (Anderson *et al.*, 2018a). À cela s'ajoutent les conventions internationales qui entourent la protection des milieux humides. En effet, la convention sur les zones humides d'importance internationale (c.-à-d. la convention de Ramsar), contribue également à la protection de l'habitat de la sauvagine (ECCC,

2019a). La protection des milieux humides et de l'habitat de la sauvagine est également bonifiée par la création de refuges fauniques, de parcs nationaux et autres, qui représentent tous des formes de protection de l'habitat (Leroux *et al.*, 2007; Beatty *et al.*, 2014). Au Canada, le Conseil nord-américain de conservation des terres humides (CNACTH) est responsable de coordonner l'élaboration, ainsi que la mise en place des programmes et politiques canadiennes relatives aux terres humides du pays. Il a aussi le rôle de coordonner l'attribution des subventions du NAWCA, de chapeauter le mécanisme national de mise en œuvre du PNAGS (CNACTH, 2015; Ramsar, 2018) et collabore également au sein de l'Initiative de conservation des oiseaux de l'Amérique du Nord (ICOAN) (PNAGS, 2013b). Par ailleurs, plusieurs organismes gouvernementaux et non gouvernementaux ont fixé des cibles concernant les régions où les interventions et les efforts de conservation de l'habitat doivent être priorisés. Par exemple, *Ducks Unlimited inc.* détermine ses priorités d'interventions selon l'importance relative de ces zones pour les populations de sauvagine et la biodiversité, ainsi qu'en fonction de la faisabilité financière de réalisation (Browne & Hamburg, 2010). *Delta Waterfowl* agit de manière similaire tout en valorisant l'activité cynégétique par le biais de ses interventions (Delta Waterfowl, 2016).

Historiquement, la protection des habitats de nidification a été priorisée par rapport aux autres habitats pour favoriser une reproduction optimale et par conséquent des niveaux de populations élevés. Plusieurs efforts ont été initialement déployés pour préserver, aménager et restaurer la qualité d'habitat que l'on retrouve dans la région des fondrières. Il s'avère que cette région est la zone la plus productive de l'Amérique du Nord en termes de sauvagine : on estime que 50 % de la population continentale de huit espèces de canards nichent dans cette région (Canards illimités Canada [CIC], 2019a). Toutefois, dès les années 1980, les auteurs du PNAGS ont reconnu qu'il faudrait étendre la protection des habitats aux milieux de mue, aux haltes migratoires et aux aires d'hivernage pour maintenir des populations de sauvagine résilientes (William *et al.*, 2014). En particulier, les aires d'hivernage peuvent jouer un rôle considérable dans la dynamique des populations de canards puisque l'hiver constitue la période la plus limitante énergétiquement, et que les conditions hivernales peuvent influencer à la fois la survie et la reproduction subséquente des individus (Lehikoinen *et al.*, 2006, Stafford *et al.*, 2014; Sedinger & Alisauskas, 2014). La majorité de ces aires d'hivernage se retrouvent dans les États du sud des États-Unis, dans le nord du Mexique et le long des côtes nord-américaines, bien que pour certaines espèces l'aire d'hivernage soit plus

nordique. Dans les régions des États du sud des États-Unis, une grande proportion des milieux humides originaux a disparu (Browne & Hamburg, 2010). La production agricole, notamment celle du riz, confère néanmoins un habitat humide et une source de nourriture pour plusieurs espèces. Cette notion sera plus détaillée dans le chapitre qui suit.

Par ailleurs, la migration effectuée entre le site de reproduction estivale et l'aire d'hivernage représente de longues distances à parcourir et est synonyme d'une grande demande énergétique, exposant les individus à un risque accru de mortalité (Newton, 2010). À travers ce gradient latitudinal, on retrouve également une diversité de paysages et une importante saisonnalité qui influencent la chronologie de disponibilité des ressources alimentaires. Les haltes migratoires sont donc essentielles pour que les oiseaux puissent se reposer et acquérir l'énergie nécessaire à la poursuite du trajet migratoire (Newton, 2010). La disponibilité de ces habitats est également importante pour les activités cynégétiques qui se déroulent majoritairement lors de la migration automnale.

La mise en place de refuges fauniques, de parcs nationaux, ou encore de sanctuaires, sont des moyens clés pour la conservation des zones d'importance pour la sauvagine en terres publiques. Néanmoins, une grande portion des habitats se retrouvent en terres privées où la conservation se heurte à certains défis (Hohman *et al.*, 2014). La protection légale des milieux humides et les efforts entrepris par les organismes dévoués à la conservation de ces milieux oeuvrant en terres privées permettent de protéger une portion des habitats qui s'y trouvent (Brasher *et al.*, 2019). L'acquisition de terres pour la conservation, la sensibilisation et la signature d'ententes avec des propriétaires pour favoriser la conservation de leurs terres sont les moyens les plus couramment utilisés. Dans d'autres cas, des mesures de restauration et d'aménagement d'habitat dégradés sont également entreprises. Cela permet ainsi d'accroître la superficie d'habitat conservée pour la sauvagine (Patterson, 1995; Hagy *et al.*, 2014; Anderson & Padding, 2015).

Entreprendre de telles mesures nécessite du financement. Le financement pour la réalisation de projets provient en partie d'instances gouvernementales comme pour le NAWCA, mais aussi de la part d'entreprises et de citoyens qui ont à cœur la conservation des milieux humides. De plus, les chasseurs de sauvagine participent aussi à la conservation d'habitat indirectement par l'achat de permis et de matériel de chasse. Au Canada et au États-Unis, un timbre de conservation de l'habitat

est nécessaire pour valider le permis de chasse aux oiseaux migrateurs (Anderson & Padding, 2015). Au Canada, l'argent provenant de ce timbre est ensuite remis à Habitat faunique Canada qui administre ces fonds pour des projets de valorisation et de conservation des milieux humides. Au Canada, plus de 55 millions de dollars ont ainsi été investis dans plus de 1 500 projets depuis 1985 (Habitat Faunique Canada, 2018a). Ce principe est aussi appliqué aux États-Unis où le nombre de chasseurs beaucoup plus élevé se reflète également dans les sommes plus importantes recueillies pour la conservation. Aux États-Unis, le *Federal Aid in Wildlife Restoration Act* permet également de récolter des sommes d'argent importantes qui sont ensuite retournées aux États pour la protection de l'habitat de la faune. Il reste que la conservation en terres privées demeure dispendieuse et la participation des propriétaires est essentielle. Ces notions seront approfondies au chapitre 3.

### **1.1.3. Gestion du prélèvement cynégétique**

L'encadrement de la chasse est de responsabilité fédérale et le Mexique, le Canada, et les États-Unis doivent donc collaborer étroitement dans la gestion des populations. Les chasseurs et les gestionnaires des États du sud et du Mexique profitent de sauvagines provenant du nord en période de chasse et veulent être au courant de ce qui se passe dans les lieux de nidification, tandis que les chasseurs et gestionnaires des États du nord et du Canada ont aussi des intérêts par rapport à ce qui se passe au sud dans les zones d'hivernage. La gestion des prélèvements cynégétiques doit être entreprise de concert avec tous les acteurs pour s'assurer que la récolte soit distribuée de manière équitable entre les chasseurs de ce vaste territoire. La coordination des quotas de chasse nécessite donc une bonne collaboration entre les pays, avec une orientation commune envers l'utilisation responsable de cette ressource cynégétique. Le caractère migrateur de ces espèces en complexifie toutefois la gestion, et la compréhension des modèles de migration est une exigence principale pour la gestion des populations. Plusieurs analyses ont démontré que la sauvagine suit des corridors de migration distincts et la gestion de la récolte se fait donc à l'échelle des voies migratoires (Blohm *et al.*, 2006). La réglementation de la chasse de la sauvagine en Amérique du Nord est donc un processus complexe qui doit prendre en considération à la fois des processus biologiques, sociaux, administratifs et juridiques (Blohm *et al.*, 2006; Anderson *et al.*, 2018a). Les processus de gestion qui permettent d'aboutir à cette fin sont présentés plus en détails en fonction des autorités responsables dans le chapitre 3.

## **1.2. Cadre de collaboration internationale**

La signature en 1916 de la *La Convention concernant la protection des oiseaux migrants au Canada et aux États-Unis* entre les États-Unis et le Royaume-Uni (pour le Canada) a jeté les bases de la conservation des oiseaux migrants en Amérique du Nord. Cette convention a permis d'initier la coopération entre les deux pays pour la gestion et la protection de ces espèces d'oiseaux migrants. La Convention a permis notamment l'implantation d'une législation déterminant la fermeture de saisons de chasses, l'interdiction de chasser certaines espèces ou encore d'exporter des oiseaux et des œufs (Mahoney & Jackson, 2013; Anderson *et al.*, 2018a). Le Mexique s'est ensuite entendu avec les États-Unis pour une initiative internationale de cogestion des espèces d'oiseaux migrants et de mammifères d'intérêt cynégétique en 1936. Ainsi, la majorité des espèces d'oiseaux migrants jugées utiles ou inoffensives pour les humains étaient couvertes par ces conventions en Amérique du Nord. Par ailleurs, le Japon et la Russie ont également signé des traités avec les États-Unis à l'égard de la conservation d'oiseaux migrants en 1972 et 1976, respectivement. Cette stratégie a ainsi permis d'étendre la collaboration internationale de gestion sur un très grand territoire (Deal, 2011). La gestion collaborative des populations d'oiseaux migrants a jeté les bases pour développer une gestion collaborative de leurs habitats. Après le déclin des populations causé par les sécheresses dans les années 1980, les différents acteurs de la gestion de la sauvagine se sont entendus pour créer un plan de gestion global qui inclurait également la gestion et la protection de l'habitat de la sauvagine. Le PNAGS entre le Canada et les États-Unis a été mis sur pied en 1986 à la suite de ces initiatives. D'abord considéré comme invité, le Mexique s'est joint à ce Plan basé sur la coopération internationale en 1994 (Anderson *et al.*, 2018a).

### **1.2.1. Plan nord-américain de gestion de la sauvagine (PNAGS)**

L'objectif principal du PNAGS est la conservation et la protection des populations de sauvagine, de ses habitats en milieux humides ainsi que des habitats connexes en favorisant les relations positives entre les humains et la nature (ECCC, 2019b). Depuis sa création, le PNAGS a fait l'objet de mises à jour afin de l'améliorer et d'intégrer l'évolution de différents facteurs (CPNAGS, 2018; Anderson *et al.*, 2018a). De ce fait, les fondements scientifiques et biologiques du plan de gestion se sont renforcés et ont pu être harmonisés en fonction des changements écologiques et sociétaux observés (CPNAGS, 2018). Ces mises à jour ont aussi permis d'étendre et de mieux définir les

objectifs de restauration et de conservation de l'habitat, puis de mettre en place de nouveaux liens coopératifs avec d'autres initiatives de conservation des oiseaux et des milieux humides (USFWS, 2016a). La dernière mise à jour de ce plan a été réalisée en 2018 (CPNAGS, 2018).

Pour atteindre cet objectif, les partenaires se sont engagés à livrer leurs programmes à travers des « plans de gestion conjoints » qui visent à accroître les populations de sauvagine et à protéger les habitats des zones humides à l'échelle du continent. Les plans de gestion conjoints sont des partenariats public-privé qui associent les ressources des gouvernements fédéraux, provinciaux, et des États à celles d'organisations de conservation non-gouvernementales. La portée des plans est internationale, mais leur mise en œuvre se fait au niveau régional, ce qui leur confère une flexibilité importante. L'ensemble du territoire de l'Amérique du Nord est recouvert par 22 plans conjoints relatifs aux habitats (Fig. 1.2). Pour chacun des plans, des comités agissent à titre d'exécuteurs régionaux des mesures nécessaires pour l'atteinte des objectifs du PNAGS (PNAGS, 2013b). De manière générale, ces comités réunissent des acteurs des milieux politique, économique et social au sein des territoires. La gestion de chacun de ces plans est réalisée par un conseil consultatif qui inclut des représentants des gouvernements fédéraux, provinciaux, régionaux et locaux, de même que des représentants d'organisations non gouvernementales œuvrant en environnement auprès des entreprises et des individus. La participation de tous ces intervenants est mise en œuvre dans le processus décisionnel afin d'atteindre les objectifs locaux du PNAGS (USFWS, 2016a; Ramsar, 2018). Leurs efforts dédiés à conservation des milieux humides contribuent aussi à la conservation d'autres espèces d'oiseaux (SCF, 2001). Par ailleurs, ils entreprennent des actions relatives à diverses sphères. Ainsi, ils sont responsables de recherches et de suivis des populations, développent des stratégies de conservation, identifient les projets prioritaires, participent à la mise en œuvre de projets axés sur la recherche, l'éducation et la sensibilisation, tout en assurant le suivi de ces projets (USFWS, 2018b). À cela s'ajoutent également trois plans conjoints internationaux spécialement axés sur des espèces qui présentent des problématiques particulières, soient le canard noir, les oies de l'Arctique ainsi que les canards de mers (Fig. 1.2). Ces derniers permettent d'accroître l'efficacité de gestion pour ces espèces à travers les autres plans conjoints plus focalisés sur la conservation à des échelles régionales.

La coordination du PNAGS est assurée par un comité de gestion constitué de 11 membres des 3 pays, incluant des représentants des agences fédérales en matière de gestion de la faune. Ce comité

est responsable de prendre en compte les nouvelles informations scientifiques et les évolutions des politiques nationales et internationales pour orienter les activités du plan et identifier la nécessité de modifier leur portée lorsque nécessaire (USFWS, 2019). Le comité de gestion du PNAGS est aussi responsable de coordonner les activités des différents plans conjoints d'habitats et d'espèces. Après la mise à jour de 2012, plusieurs groupes de travail additionnels ont été formés afin de favoriser la coopération et le partage de connaissances dans plusieurs sphères associées à la gestion et à la conservation de la sauvagine (PNAGS Canada, 2013a). Entre autres, il y a une équipe responsable de la mobilisation du public, une équipe de soutien scientifique du PNAGS, un groupe de travail sur la gestion des prises, ainsi qu'un groupe de travail sur le leadership, le financement et les communications (PNAGS Canada, 2013a). La mise en place de tels groupes de travail permet ainsi la répartition des différents rôles associés aux objectifs communs tout en favorisant la coopération entre ces différentes sphères, et ce, à l'échelle internationale.

Le Groupe de travail sur les dimensions humaines a été identifié comme particulièrement important puisqu'il est responsable d'apporter les bases techniques et scientifiques afin de définir les objectifs de conservation pour différents intervenants, notamment les chasseurs et les ornithologues amateurs, dans la réalisation des buts et objectifs du PNAGS, ainsi que d'assurer la communication et la promotion de ces buts et objectifs (CPNAGS, 2018).





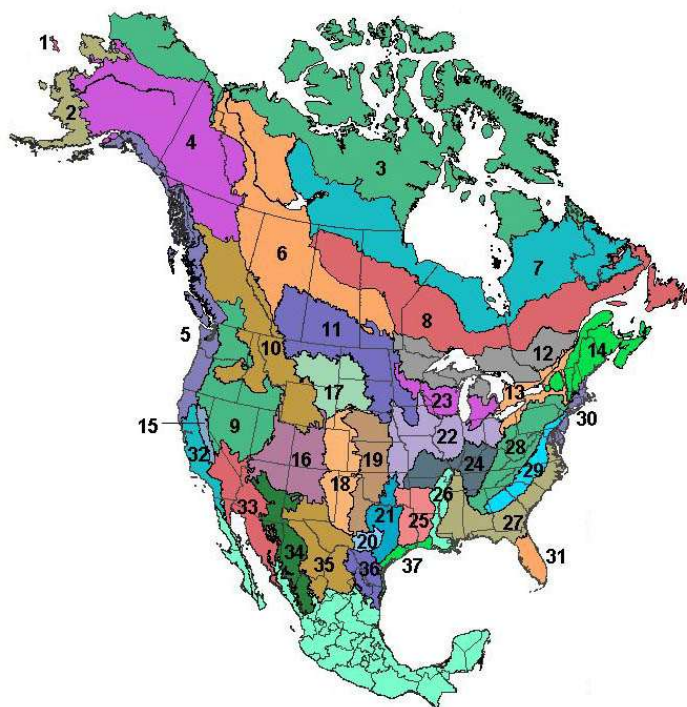
**Figure 1.2 Distribution des différents plans conjoints de gestion des habitats et des à travers l'Amérique du Nord.**

Source : Migratory Bird Joint Ventures (2017)

### **1.2.2. Autres initiatives internationales**

Outre la dimension des oiseaux migrateurs considérés comme gibier, qui est la principale orientation du PNAGS, d'autres initiatives de conservation collaboratives intègrent directement ou indirectement ces espèces. Ainsi, le Canada, les États-Unis et le Mexique ont mis en place l'Initiative de conservation des oiseaux de l'Amérique du Nord (ICOAN) en 1999 (ECCC, 2017b). Cette initiative représente en quelque sorte un cadre pour la conservation des oiseaux de l'Amérique du Nord ainsi que leurs habitats. Chaque pays possède son comité indépendant pour l'ICOAN, mais tous les trois travaillent et coopèrent au sein d'un comité trinational (NABCI, 2016a). Chaque comité national regroupe des organismes fédéraux, provinciaux, des partenaires privés et des représentants d'initiatives liées aux oiseaux qui partagent l'objectif d'assurer la santé à long terme des populations d'oiseaux indigènes d'Amérique du Nord. En ce sens, l'ICOAN peut être compris comme un partenariat analogue au PNAGS qui englobe toutefois toutes les espèces d'oiseaux.

Afin de faciliter la planification, l'application et l'évaluation des mesures de conservation sur l'ensemble de l'Amérique du Nord, le territoire a été divisé en Régions de conservation des oiseaux (RCO) selon les caractéristiques écologiques de celles-ci et en fonction des espèces d'oiseaux présentes (Fig. 1.3). Chaque RCO fait l'objet de stratégies de conservation particulières. À titre d'exemple, au Canada l'on retrouve 12 écorégions, qui sont souvent sous-divisées en sous-régions, impliquant un total de 25 stratégies régionales de conservation au Canada (ECCC, 2017b).



**Figure 1.3 Répartition des Régions de conservation des oiseaux à travers l'Amérique du Nord**  
Des régions de conservations des oiseaux non présentés dans la figure sont également présentes dans la section du Sud du Mexique (vert pâle).

Source : NACBI (2016b)

### 1.3. Responsabilités et implication du Canada

Au Canada, le ministère de l'Environnement et des Changements Climatiques (ECCC) a la responsabilité d'assurer le respect de ses obligations concernant la Convention sur les oiseaux migrateurs de 1916. La division générale du SCF d'ECCC est la principale responsable en matière de gestion de la chasse des oiseaux migrateurs considérés comme gibier, ainsi que de conservation des autres espèces d'oiseaux migrateurs (ECCC, 2017a). L'objectif du SCF est de conserver les populations, les individus, leurs nids, ainsi que les habitats d'importance pour les oiseaux par l'entremise de mesures de conservation continues, d'intendance, d'élaboration de politiques et par l'application de la Loi et de ses Règlements (ECCC, 2013).

#### 1.3.1. Législation

Les oiseaux migrateurs sont protégés par l'entremise de plusieurs outils législatifs au Canada. Dès 1917, et pour faire suite à la Convention pour la protection des oiseaux migrateurs au Canada et aux

États-Unis, le Canada a adopté une *Loi sur la convention concernant les oiseaux migrateurs* qui deviendra ensuite la *Loi de 1994 sur la convention concernant les oiseaux migrateurs*. Cette loi habilite les règlements qui encadrent la gestion des oiseaux migrateurs, soient le *Règlement sur les oiseaux migrateurs* et le *Règlement sur les refuges d'oiseaux migrateurs*. La Loi influence également la prise en considération de l'habitat de nidification ainsi que la période de nidification dans les études d'impact environnemental (Becklumb & Williams, 2015). De plus, d'autres mesures législatives des provinces et des territoires ainsi qu'au niveau plus local bonifient la réglementation fédérale tant pour les populations d'oiseaux que pour la protection des milieux humides et des habitats fauniques.

Par ailleurs, en ce qui concerne l'activité cynégétique, le règlement qui encadre la chasse aux oiseaux migrateurs considérés comme gibier est mis à jour tous les deux ans (ECCC, 2017a). Cette révision est réalisée en s'appuyant sur la série de rapports réglementaires réalisés par le SCF (ECCC, 2017a). Trois rapports sont produits dans le cadre du processus de consultation national de mise à jour du règlement. Le premier rapport fait état de la situation des populations d'oiseaux migrateurs considérés comme gibier au Canada. Le second propose des modifications au *Règlement sur les oiseaux migrateurs* du Canada, et le troisième présente les modifications proposées qui feront office de loi durant les deux saisons de chasse suivantes par l'entremise du *Règlement de chasse aux oiseaux migrateurs* (ECCC, 2017c). Ce processus permet ainsi d'ajuster la réglementation de l'activité cynégétique en fonction de l'état des populations (ECCC, 2017c).

### **1.3.2. Zone de gestion**

Des unités de gestion cynégétique ont également été formées au sein des provinces et territoires. Dans certaines provinces, les zones de gestion de chasse à la sauvagine ont été alignées avec les zones de gestion de chasse provinciales afin de minimiser la confusion pour les chasseurs. L'utilisation d'unités de gestion permet d'assurer un meilleur encadrement de la récolte de sauvagine en fonction de la distribution des différentes espèces et de la pression de chasse.

## **1.4. Responsabilités et implication des États-Unis**

Les États-Unis se sont engagés à mettre en place des mesures permettant l'atteinte des objectifs de la convention par l'entremise du *Migratory Bird Treaty Act* en 1918 (USFWS, 2018a). C'est la

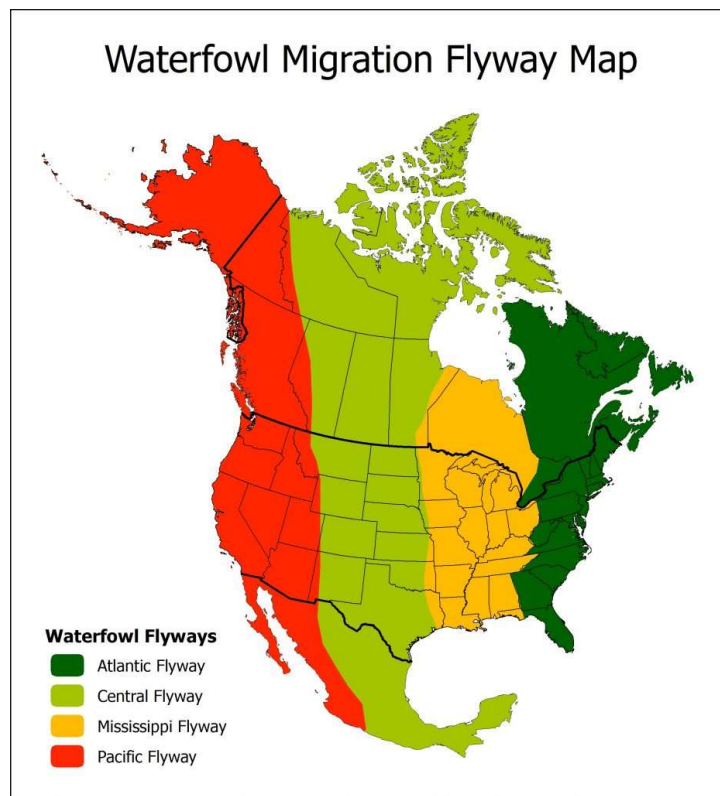
principale loi qui permet la protection des oiseaux migrateurs dans le pays. À cela s'ajoute en 1929 le *Migratory Bird Conservation Act*, qui instaure une commission responsable de l'attribution de fonds à des projets pour la conservation des oiseaux migrateurs (USFWS, 2018a). De plus, le *North American Wetlands Conservation Act* de 1989 est une mesure législative visant la conservation des milieux humides nord-américains qui joue un rôle important dans la conservation de l'habitat de la sauvagine. Elle permet la redistribution de fonds d'origines gouvernementales et de partenaires à des projets visant la conservation des milieux humides à travers le Mexique, les États-Unis et le Canada (USFWS, 2018c).

La gestion des oiseaux migrateurs est principalement du ressort de l'USFWS notamment par l'entremise du programme d'oiseaux migrateurs. Cette entité gouvernementale divise le pays en huit régions d'opérations pour permettre une meilleure fonctionnalité à l'échelle locale. L'USFWS encadre l'ensemble de la pratique des activités cynégétiques sur le territoire des États-Unis. La gestion des stocks de sauvagine aux États-Unis se fait via la gestion adaptative (Nichols *et al.*, 2007; Johnson *et al.*, 2015; Johnson *et al.*, 2019). La gestion de la récolte est gérée via les conseils de voies migratoires. Ces entités jouent aussi un rôle important puisqu'en plus de permettre la coordination des activités de gestion, elles fournissent un forum d'échange entre les différents paliers gouvernementaux et les différents partenaires. À la suite d'un processus de consultation annuel, l'USFWS émet des directives pour les quotas de chasse et les saisons de chasse à l'échelle de la voie migratoire. Les États peuvent néanmoins restreindre les quotas de chasse et les saisons de chasse promulgués par le USFWS, en partie ou en totalité, s'ils le désirent.

Par ailleurs, plusieurs autres entités sont aussi présentes à travers les différents paliers gouvernementaux. Le Conseil pour la conservation des oiseaux migrateurs est une entité fédérale chargée de coordonner la conservation des oiseaux migrateurs et d'assurer la communication au sein des services fédéraux. Ce conseil vise ainsi le respect des engagements et des responsabilités du pays à travers les quatre ententes bilatérales avec le Canada, le Mexique, le Japon et la Russie (USFWS, 2016b). Il est constitué de représentants de 20 départements et services dont les activités peuvent potentiellement avoir des répercussions sur les oiseaux migrateurs (USFWS, 2016b).

#### 1.4.1. Organismes de voies migratoires

Les premiers efforts de baguage ont permis d'identifier les quatre voies migratoires principales en Amérique du Nord. Les quatre couloirs migratoires sont ceux de l'Atlantique, du Mississippi, du centre du continent ainsi que du Pacifique (Fig. 1.4). Dès lors, la formation des conseils de voies migratoires, en 1948, a permis une division du territoire basée sur des principes écologiques afin de faciliter la gestion des espèces (Nichols *et al.*, 1995). Le gouvernement fédéral américain gère et supporte financièrement les comités de voies migratoires. Toutefois, le Canada, les provinces et territoires canadiens, ainsi que le Mexique, siègent également au sein des comités de voies migratoires (USFWS, 2019). Ces comités favorisent la communication et la coordination des actions entre les différents intervenants d'une même voie migratoire. Les actions des quatre conseils sont elles-mêmes coordonnées par le Comité des voies migratoires.



**Figure 1.4 Localisation des quatre couloirs migratoires en Amérique du Nord.**

Source : National Wildlife Refuge Association (2017)

Les conseils de voies migratoires mènent et participent, sur leur territoire respectif, à des recherches scientifiques portant sur les oiseaux migrateurs dans l'ensemble de l'Amérique du Nord. Ils ont également la responsabilité de participer à l'élaboration de politiques qui encadrent les oiseaux migrateurs aux États-Unis (Nichols *et al.*, 1995). Selon les inventaires des populations, un conseil de voie migratoire propose des mesures d'encadrement de la chasse à l'USFWS, qui détermine et communique ensuite les mesures adoptées selon la stratégie de gestion adaptative des récoltes (Nichols *et al.*, 2007; Johnson *et al.*, 2019).

### **1.5. Responsabilités et implication du Mexique**

Troisième pays d'importance dans la gestion des oiseaux migrateurs de l'Amérique du Nord, le Mexique s'est engagé à la conservation des oiseaux migrateurs et de leurs habitats à travers les traités internationaux auxquels il a souscrit. Ainsi, la coopération a initialement débuté en 1937 dans le cadre de la Convention entre le Mexique et les États-Unis, où ces derniers ont aidé le Mexique pour la réalisation d'inventaires aériens annuels. Depuis 1982 ces inventaires sont réalisés aux trois ans, à l'exception d'espèces comme la bernache cravant noire du Pacifique (*Branta bernicla nigricans*) et le fuligule à tête rouge (*Aythya americana*), qui font l'objet d'activités de dénombrements annuels (SEMARNAT, 2008).

La *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad* (CONABIO) est l'organisation gouvernementale fédérale responsable de la gestion des oiseaux migrateurs au sein du *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales* (SEMARNAT; Ministère de l'environnement et des ressources naturelles). Ces deux organisations fédérales veillent notamment à ce que le Mexique respecte et participe aux engagements pris dans le cadre des initiatives de conservation ainsi qu'au PNAGS. Par ailleurs, c'est le SEMARNAT qui représente le Mexique au sein du comité du PNAGS.

Membre officiel du PNAGS depuis 1994, le gouvernement mexicain a mis en place une loi encadrant la conservation et l'utilisation durable de la faune (PNAGS, 2012). Il s'est ensuite doté en 2008 de la *Estrategia para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de las Aves Acuáticas y su Hábitat en México*. Cette stratégie nationale de conservation des oiseaux migrateurs est un instrument de politique publique qui oriente la prise de décisions et les actions concernant la conservation ainsi que la gestion des oiseaux migrateurs et de leurs habitats au Mexique

(SEMARNAT, 2008; Environnement Canada, 2012). Celle-ci intègre une partie des objectifs et responsabilités du PNAGS (CPNAGS, 2018). Néanmoins, elle adapte des stratégies de conservation et de gestion, ainsi que des programmes impliquant la dimension humaine, aux réalités socio-économiques et culturelles du pays (CPNAGS, 2018).

Afin de favoriser l'efficacité de la mise en place de mesures de gestion et de conservation à l'échelle du pays, quatre grandes régions ont été définies (Fig. 1.5). Ces régions ont été déterminées en fonction des zones de distribution des espèces ainsi que des caractéristiques des milieux humides (SEMARNAT, 2008). Cela permet ainsi une gestion régionale des oiseaux migrateurs considérés comme gibier et favoriserait par le fait même l'utilisation responsable de la ressource cynégétique et des habitats (SEMARNAT, 2008).



**Figure 1.5 Unités régionales de gestion et conservation des oiseaux aquatiques migrateurs au Mexique.**

Source : SEMARNAT (2008)

La Direction générale de la faune du SEMARNAT et la CONABIO participent toutes deux à l'établissement des mesures qui encadrent les activités cynégétiques, notamment par l'entremise de la *Ley General de Vida Silvestre*. Les réglementations sont définies en fonction des quatre grandes régions, puis appliquées selon une division du pays par État (SEMARNAT, 2008; SEMARNAT, 2018).



À partir des inventaires, de l'échange d'information entre les pays et en fonction de l'état des populations, la réglementation peut être ajustée. Des limites de possession ainsi que des dates de début et de fin de saison de chasse sont mises en place et contribuent à l'acquisition de données (SEMARNAT, 2008; SEMARNAT, 2018; SEMARNAT s. d.). La pratique de l'activité cynégétique est également encadrée par une division territoriale en réseau d'unités de gestion pour la conservation de la faune sauvages (SUMA), qui font l'objet d'un plan de gestion et où des autorisations de chasse sont délivrées. Il en est de même pour les territoires publics fédéraux, bien que ces derniers ne représentent qu'une petite partie du territoire mexicain (SEMARNAT, 2008).

Par ailleurs, le Mexique participe à d'autres programmes collaboratifs concernant la conservation des milieux humides et des oiseaux qui favorise indirectement la protection de la sauvagine. Par exemple, il a un *Plan de manejo para las aves playeras* et participe à l'ICOAN (SEMARNAT, 2008). Tout comme les deux autres pays, le Mexique possède un système d'évaluation de l'état populationnel des espèces qui donne lieu à une loi de protection des espèces à statut plus précaire (NOM-059-SEMARNAT). Certaines espèces d'oiseaux migrateurs se retrouvent sur cette liste et font l'objet de mesures particulières (SEMARNAT, 2008). Cependant, la révision du statut des espèces se fait environ tous les 10 ans et est souvent basée sur des avis d'experts. La dernière révision de la NOM-059-SEMARNAT date de 2010.

#### **1.6. Organisations non gouvernementales internationales et locales**

La conservation des oiseaux migrateurs n'implique pas seulement les gouvernements. En effet, plusieurs organisations se consacrent à la conservation de la sauvagine, des milieux humides ou encore des oiseaux en général. Leur collaboration avec les autorités gestionnaires permet d'optimiser l'efficacité des mesures de conservations et l'acquisition de connaissances. Ceci d'autant plus que ces organisations parviennent généralement à mobiliser la population à participer aux différentes activités relatives à la conservation des oiseaux et de leurs habitats, tant aux échelles nationales que locales. Beaucoup d'organisations à but non lucratif ainsi que des universités sont impliquées. Dans un esprit de concision, seules les organisations principales sont présentées dans cette section.

#### **1.6.1. *Ducks unlimited inc.*, Canards illimités Canada et *Ducks unlimited de México* (DUMAC)**

Ces organismes ont tous les trois les mêmes vocations d'organismes à but non lucratif qui œuvrent dans la conservation, la restauration, la gestion ainsi que la protection des milieux humides et des habitats pour la sauvagine d'Amérique du Nord (CIC, 2019b). La distinction provient principalement de leurs juridictions. *Ducks unlimited inc.* est une organisation basée aux États-Unis, alors que *Canards illimités Canada* est présente au Canada et DUMAC opère au Mexique. Le cadre opérationnel des trois organismes est similaire et chaque organisation réalise des projets de restauration et de conservation, et des inventaires en milieux humides, en plus d'acquérir des milieux humides à des fins de conservation. Des zones prioritaires de conservation ont été ciblées pour mener leurs opérations à travers l'Amérique du Nord (Browne & Hamburg, 2010). Elles collaborent avec des propriétaires fonciers, l'industrie, des organismes à but non lucratif ainsi que les différents paliers gouvernementaux afin d'atteindre leurs objectifs. Chaque organisation est aussi impliquée activement dans la recherche scientifique ainsi que dans la sensibilisation et l'éducation.

#### **1.6.2. Delta Waterfowl**

Delta Waterfowl est un organisme à but non lucratif canadien qui opère au Canada et aux États-Unis. À prime abord, elle est une organisation de chasseurs de sauvagine qui est très active concernant la gestion et la protection de la sauvagine et qui consacre une partie importante de ses ressources à l'amélioration de la reproduction. Dans ce sens, l'organisation met beaucoup d'efforts pour l'aménagement d'habitats de nidification et d'élevage des couvées et supporte activement plusieurs études dans le domaine. De plus, en tant qu'organisation de chasseurs, elle fait la promotion de la pratique de cette activité de manière responsable par l'entremise de divers programmes. En particulier, Delta Waterfowl déploie beaucoup d'efforts pour initier de nouveaux adeptes et travaille à maintenir l'accès à des habitats de migration de qualité afin d'offrir des opportunités de chasse à tous les sauvagins. Cette organisation participe également à la sensibilisation du public et des chasseurs, tant pour ce qui encadre la chasse que ce qui a trait à la conservation de l'habitat (Delta Waterfowl, 2016).

### **1.6.3. Oiseaux Canada et Nature Canada**

Oiseaux Canada est une organisation de bienfaisance nationale qui a pour mission la conservation des oiseaux au Canada, et par le fait même, participe également à la conservation de la sauvagine. De plus, elle mène des inventaires aviaires à l'échelle nationale et appuie divers projets de recherche sur l'avifaune canadienne, notamment la surveillance des migrations (Études d'Oiseaux Canada, s.d.a). Cette organisation joue un rôle important en ce qui concerne la conservation des oiseaux au Canada. Par ailleurs, Nature Canada est une organisation qui agit au niveau de la conservation de l'ensemble de la faune et de la flore canadiennes. Elle contribue donc à la conservation de la sauvagine en appuyant différents projets qui y sont associés (Nature Canada (s. d.).

### **1.6.4. BirdLife International**

BirdLife International est une alliance mondiale d'organisations non gouvernementales axées sur la conservation des oiseaux et de leurs habitats et qui agit à titre de réseau international à travers plus de 100 pays. Il est notamment à l'origine de la mise en place et de la coordination du programme des Zones importantes pour la conservation des oiseaux (ZICO) à l'échelle du continent nord-américain (Études d'oiseaux Canada, s.d.b). D'ailleurs ce programme considère les aires de concentration de la sauvagine comme des ZICOs.

Au Canada, le programme des ZICOs est géré conjointement par Oiseaux Canada et Nature Canada. Cependant cette désignation ZICO n'a aucune portée législative et environ 70% des ZICOs canadiennes ne font pas ou très peu l'objet de mesures de protection (Études d'oiseaux Canada, s.d.). Au Mexique, par contre, les projets de développement et de conservation doivent tenir compte du statut de ZICO (CONABIO, 2014). Par ailleurs, ce programme est aussi présent aux États-Unis via la société sans but lucratif Audubon, ainsi qu'au Mexique par l'entremise de la CONABIO (Birdlife International, 2019). Au Mexique, l'organisation civile PRONATURA se charge aussi de rendre effective la désignation. Des plans de conservations sont mis en place pour la majorité des ZICOs. Ces organisations œuvrent toutes dans plusieurs aspects de la conservation des oiseaux y compris les espèces de sauvagines, et ce tant à l'échelle nationale que locale. Il va sans dire que leurs collaborations au sein d'un réseau international et leurs actions concrètes d'acquisition de connaissances, de conservation, de restauration, de suivi ainsi que de communication et de sensibilisation contribuent directement et indirectement à l'atteinte des objectifs du PNAGS.

#### **1.6.5. Habitat faunique Canada**

Habitat faunique Canada est une organisation sans but lucratif canadienne qui œuvre dans le milieu de la conservation de la faune et de ses habitats depuis 1985. Elle administre un programme de subventions accordées aux projets de conservation de l'habitat qui découle d'une entente avec ECCC. Comme mentionné précédemment, les fonds associés à la vente du timbre de conservation lui sont versés, et ces montants sont ensuite redistribués sous forme de subventions pour des projets de conservation, de restauration ou d'amélioration d'habitat. De plus, elle est membre du PNAGS et collabore à la protection des oiseaux migrateurs et des milieux humides. Elle œuvre également dans la coordination des communautés de conservation dans l'ensemble du pays (Habitat faunique Canada, 2018b).

#### **1.7. Conclusion**

L'important déclin des populations de sauvagine dans les années 1980 a suscité une mobilisation pour mettre en place des mesures de conservation et de restauration de l'habitat de la sauvagine afin de contrer le phénomène. La gestion de la sauvagine et de son habitat en Amérique du Nord repose sur une collaboration étroite entre le Canada, les États-Unis et le Mexique. L'aspect majeur qui découle de l'évolution de la gestion et de la conservation de la sauvagine est la création du PNAGS. Celui-ci a permis de fixer des objectifs et de mieux orienter les actions nécessaires en matière de gestion et de conservation des populations de sauvagine et de leurs habitats à grande échelle. Outre les instances gouvernementales, plusieurs autres organismes participent activement à l'atteinte de ces objectifs en matière de conservation des oiseaux migrateurs, de leurs habitats, mais aussi de l'activité cynégétique qui en découle. L'acquisition de connaissances sur les populations de sauvagine à l'échelle locale et nationale, notamment par les inventaires, a ainsi permis de mieux cibler les besoins et d'encadrer l'élaboration de stratégies à l'échelle de l'Amérique du Nord.

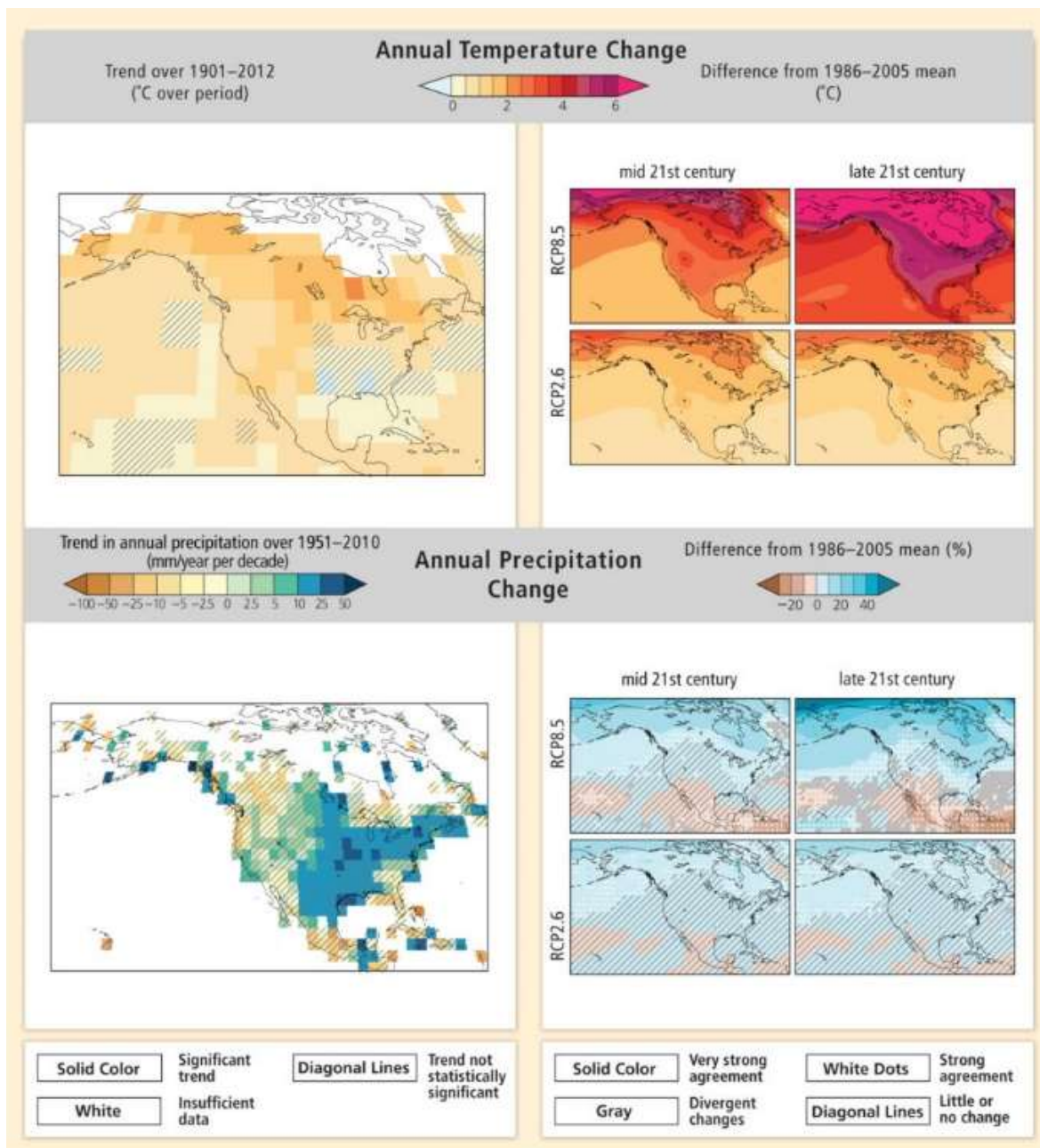
## **Chapitre 2**

### **Perspective des changements climatiques**

Les effets des changements climatiques sur les écosystèmes se feront ressentir à long terme et à grande échelle. Afin de bien entrevoir les modifications qu'il serait possible d'apporter à la gestion et la conservation de la sauvagine pour mitiger les impacts des changements climatiques sur ces espèces, il est nécessaire de se référer aux prévisions climatiques qui ont été établies par la communauté scientifique. Dans ce sens, cette section vise à présenter en premier lieu les tendances de changement du climat qui auront lieu en Amérique du Nord d'ici la fin du siècle, puis à en présenter les répercussions potentielles sur l'écologie des espèces de sauvagine. Il sera ainsi possible d'aborder les risques potentiels des changements climatiques sur la pérennité de cette ressource cynégétique en Amérique du Nord, puis d'appuyer les réflexions relatives à l'intégration de mesures adaptatives au contexte des changements climatiques dans les plans et stratégies de conservation et de gestion de la sauvagine en Amérique du Nord.

#### **2.1. Perspective d'avenir de l'évolution du climat en relation avec la sauvagine**

Les recherches de plusieurs scientifiques, notamment celles du GIEC, ont permis de modéliser l'évolution du climat et de prédire l'évolution de différents paramètres tels que la température ou encore les précipitations selon différents scénarios d'émissions de gaz à effet de serre (GES). Sans élaborer spécifiquement les différents scénarios, l'évolution du climat sera abordée en considérant un réchauffement de 2°C ou 4°C à la fin du 21<sup>e</sup> siècle comparativement à l'année de référence de 1990. L'augmentation de la température prédite par les modèles climatiques va influencer plusieurs facteurs tels que la montée des niveaux des océans, la réduction du couvert de neige et l'augmentation de la fréquence d'occurrence des événements climatiques extrêmes comme les feux de forêt, les sécheresses régionales ou encore les inondations (Romero-Lankao *et al.*, 2014). Ces effets auront des impacts à différentes échelles à travers la vaste diversité d'habitats et le grand territoire que représente l'Amérique du Nord, et l'impact sur l'habitat des oiseaux migrateurs sera donc variable (Fig. 2.1).



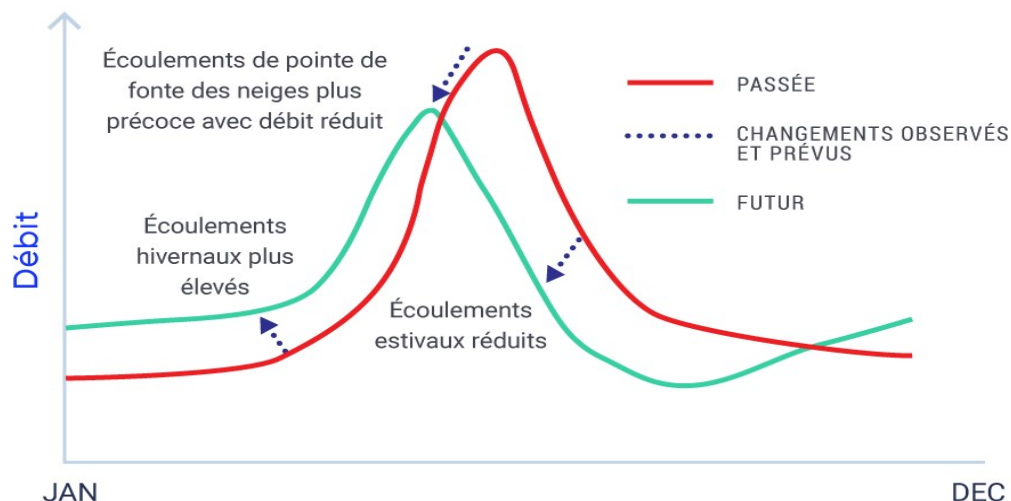
**Figure 2.1 Variation de la température annuelle et des précipitations annuelles à l'échelle de l'Amérique du Nord.**

Source : Romero-Lankao *et al.* (2014).

De manière générale, l'évolution du climat devrait avoir une incidence marquée au niveau des latitudes plus septentrionales, notamment dans l'Arctique (Romero-Lankao *et al.*, 2014; GIEC, 2018). Le Rapport sur le climat changeant du Canada démontre que le Canada se réchauffe déjà plus

rapidement que ce qui était anticipé, voire deux fois plus vite qu'ailleurs sur la planète (Bush & Lemmen, 2019). C'est durant la période hivernale que l'augmentation de la température devrait être plus prononcée (Romero-Lankao *et al.*, 2014; GIEC, 2018). Les prédictions des modèles climatiques indiquent une augmentation des précipitations en hiver, mais une diminution de l'eau disponible en période estivale (Bush & Lemmen, 2019). Les précipitations hivernales sous forme de neige ou de glace jouent un rôle de réserve d'eau et leur fonte permet une plus grande répartition temporelle de l'apport d'eau, en particulier durant la saison estivale. Cependant, l'augmentation de la température favorisera aussi les précipitations liquides hivernales, qui ne constituent pas de réserves d'eau (Bush & Lemmen, 2019). Dans les océans, une augmentation de la température, de l'acidité et une diminution du taux d'oxygène et du couvert de glace ont déjà été observées au Canada (Bush & Lemmen, 2019), ce qui met à risque cet écosystème dont plusieurs espèces de canard de mers dépendent.

Aux États-Unis, l'augmentation anticipée de la température annuelle moyenne est la plus faible dans les régions de la côte du Pacifique et la région du Sud-Est (Romero-Lankao *et al.*, 2014). Cependant, une diminution des précipitations hivernales est prévue dans la portion sud-est, région importante pour l'hivernage de plusieurs espèces de sauvagines à cette période. De plus, le scénario d'augmentation de température le plus élevé prédit que le niveau de neige au sol dans l'ouest du pays devrait être plus faible, voire extrêmement faible, pour l'horizon 2070-2099, ce qui représente alors une diminution de la réserve d'eau pour le reste de l'année (Romero-Lankao *et al.*, 2014). Il en sera de même dans la portion nord du pays et à la frontière sud du Canada. Ainsi, le couvert de neige devrait durer moins longtemps et réduire la disponibilité d'eau en saison estivale (Romero-Lankao *et al.*, 2014) comme indiqué sur le schéma de la figure 2.2. Il est à noter que dans la région de prairies, la quantité de neige accumulée en période hivernale peut expliquer jusqu'à 30 % de la variabilité des milieux humides observés au printemps (Roy, 2015a). Une diminution des précipitations solides durant l'hiver pourrait donc grandement diminuer la qualité de l'habitat de la sauvagine dans cette région (Johnson *et al.*, 2005).



**Figure 2.2 Schéma du régime d'écoulement fluvial saisonnier observé et prévu de plusieurs bassins versants alimentés par la fonte des neiges au Canada.** Le fort écoulement engendré par la fonte des neiges printanière devrait se présenter plus tôt et laisser moins d'eau durant la saison estivale.

Source : Bush & Lemmen (2019).

Les changements climatiques représentent un enjeu particulièrement difficile à quantifier pour les oiseaux migrateurs puisque les impacts se feront ressentir à travers leur cycle annuel (Knudsen *et al.*, 2011; Jenouvrier, 2013; Small-Lorenz *et al.*, 2013; Culp *et al.*, 2017). À travers le cycle de vie migrateur des sauvagines, les changements climatiques vont avoir des effets lors de leur migration, de leur reproduction et de leur hivernage, et ces effets peuvent interagir entre eux (Norris *et al.*, 2005; Gurney *et al.*, 2014; Nicolai *et al.*, 2014). Les différentes espèces d'oiseaux migrateurs vont toutefois répondre distinctement aux changements climatiques en grande partie en raison des différences dans la physiologie des espèces et leur cycle de vie (Parmesan & Yohe, 2003, Jenouvrier, 2013; Huang *et al.*, 2017). Il reste difficile de prévoir les impacts des changements climatiques pour chacune des espèces de sauvagines en raison de la complexité de leur cycle de vie et de la variété d'habitats fréquentés (Osnas *et al.*, 2016; Zarzycki, 2017; Specht *et al.*, 2018). Plusieurs effets généraux sont toutefois importants à considérer. Par exemple, les changements de température et d'hydrologie peuvent induire plusieurs répercussions sur les milieux humides qui sont des habitats



essentiels des espèces d'oiseaux migrateurs (Browne & Dell, 2007; Johnson *et al.*, 2010a; Sofaer *et al.*, 2016; Steen *et al.*, 2016; Reese & Skagen, 2017). Les espèces associées aux milieux humides sont d'ailleurs parmi les plus vulnérables aux changements climatiques dans certaines régions comme la Californie (Gardali *et al.*, 2012; Osnas *et al.*, 2016). Les augmentations de température devraient également avoir une incidence sur la température de l'eau de surface des océans, rivières, lacs, milieux humides, etc. Cela pourrait se traduire en défi supplémentaire pour les plantes et les animaux de ces milieux (Browne & Dell, 2007), d'autant plus que les répercussions des changements de température peuvent également avoir des effets indirects par l'entremise des relations trophiques (Price *et al.*, 2013; Hansson *et al.*, 2014).

Les oiseaux migrateurs ont tout de même un certain avantage en raison de leur mobilité par rapport à plusieurs espèces qui ne peuvent se déplacer selon l'évolution du climat (Price *et al.*, 2013). Un changement dans la distribution de plusieurs espèces d'oiseaux migrateurs est d'ailleurs déjà observé (Root *et al.*, 2003; Click, 2004; Notaro *et al.*, 2016). Par contre, certaines espèces ne pourront pas se redistribuer facilement, voire pas du tout. Les espèces spécialistes d'habitats particuliers ne pourraient se redistribuer sans la présence de ces types d'habitats (Stralberg *et al.*, 2019; Wilsey *et al.*, 2019).

De manière générale, les oiseaux migrent vers le nord pour se reproduire là où les risques de prédation seraient plus faibles (McKinnon *et al.*, 2010) et où les ressources alimentaires seraient plus abondantes (Somveille *et al.*, 2015), puis migrent vers le sud où les conditions climatiques sont plus favorables pour y passer la saison hivernale (Newton, 2010). Plusieurs facteurs peuvent influencer la chronologie de migration des espèces migratrices, tels que la génétique, la photopériode, la température et l'accès aux ressources alimentaires (Gwinner, 1996; Newton, 2010; Aagaard *et al.*, 2018). Le facteur le plus susceptible d'être modifié à court et moyen termes par les changements climatiques devrait toutefois être la température (Zaifman *et al.*, 2017; Aagaard *et al.*, 2018). Dans ce sens, Zaifman *et al.* (2017) ont observé que la date de migration vers le nord et la durée de la fréquentation du site d'hivernage des espèces qui y réside en période hivernale sont principalement influencées par la température maximale, alors que leur date d'arrivée dans le sud est plutôt influencée par la température minimale. Ainsi, le devancement de la migration printanière et le retardement de la migration automnale ont déjà été observés chez plusieurs espèces d'oiseaux migrateurs (Austin *et al.*, 2002; Hüppop & Hüppop, 2003; Root *et al.*, 2003; Crick, 2004; Drever *et*

*al.*, 2012; Xavier, 2012; Finger *et al.*, 2016; Zaifman *et al.*, 2017). Les espèces dont la migration est gouvernée par la photopériode ne devraient pas modifier le moment de leur migration puisque celle-ci ne sera pas modifiée par les changements climatiques (Gwimmer, 1996; Both & Visser, 2001). Ces espèces pourraient toutefois être affectées puisqu'elles seront plus susceptibles d'entreprendre une migration désynchronisée par rapport aux conditions climatiques sur leurs sites de reproduction ou à la disponibilité des ressources alimentaires (Both & Visser, 2001; Clausen *et al.*, 2013; Hansson *et al.*, 2014; Mayor *et al.*, 2017; Ross *et al.*, 2017). Il peut en être de même lors de leurs migrations vers le sud, où l'augmentation de la température pourrait modifier la disponibilité des ressources alimentaires, en avançant par exemple les récoltes de grains ou encore la maturité de plantes qui sont des ressources alimentaires importantes (Schummer & Van Den Elsen, 2013).

La migration représente un coût énergétique et comporte plusieurs risques de mortalité (Aagaard *et al.*, 2018). En raison de l'augmentation de la température et des modifications induites aux écosystèmes, certaines espèces qui migrent sur de courtes distances ont tendance à réduire leurs distances de migrations vers le sud et à devenir plus sédentaires en période hivernale selon la température et la disponibilité de nourriture (Niven *et al.*, 2009; Aagaard *et al.*, 2018). Dans le nord-est de l'Europe, certaines espèces ont déjà modifié la fréquentation de leur site d'hivernage en fonction d'une augmentation de la température de 3,8 °C en début d'hiver. Ainsi, l'aire d'hivernage du garrot à œil d'or (*Bucephala clangula*), du fuligule morion (*Aythya fuligula*) et du grand harle (*Mergus merganser*) a connu une transition vers le nord-est (Lehikoinen *et al.*, 2013). En Amérique du Nord, un déplacement de la distribution hivernale vers le nord est également appréhendé (Schummer *et al.*, 2017) et déjà observé pour le canard noir (*Anas rubripes*; Brook *et al.*, 2009; Robertson *et al.*, 2017) et la bernache cravant noire (Ward *et al.*, 2009), entre autres. Cette acclimatation peut d'ailleurs représenter un certain avantage face aux changements climatiques (Visser *et al.*, 2009; Aagaard *et al.*, 2018). Certains auteurs suggèrent même que certaines espèces plus généralistes comme le canard mallard (*Anas platyrhynchos*) n'entreprendront plus de migration vers leur aire d'hivernage traditionnelle ou bien qu'elles s'effectueront sur de plus petites distances d'ici la fin du siècle (Notaro *et al.*, 2016; Aagaard *et al.*, 2018). De manière générale, les espèces migratrices dont le parcours de migration est plus long sont plus susceptibles d'être affectées par les changements climatiques que les espèces migrant sur de courtes distances puisque la situation

climatique entre les sites est généralement plus similaire pour les espèces de courte migration (Zöckler *et al.*, 2003; Crick, 2004; Mills, 2005).

Dans le même ordre d'idée, il est possible que le comportement et la stratégie d'hivernage s'ajustent aux changements globaux par l'augmentation du comportement d'exploration pour la nourriture. C'est du moins ce qui ressort de l'étude de Clausen *et al.* (2018), qui explique le changement de stratégie migratoire par ce facteur, accompagné d'une flexibilité phénotypique et de la transmission de connaissances entre les générations pour les oies à bec court (*Anser brachyrhynchus*) nichant au Svalbard en Norvège. De plus, Lameris *et al.* (2017) suggèrent que les espèces migratrices sociales comme les oies présentent une forte plasticité comportementale dans leur chronologie de migration et dans le choix de leurs sites de repos lors de la migration. Dès lors, cela devrait favoriser l'adaptation de la migration aux changements climatiques pour les espèces migratrices plus flexibles. Même certaines espèces qui semblaient avoir une faible plasticité en termes d'alimentation, comme la bernache cravant (*Branta bernicla*), ont démontré cette capacité à la suite du déclin de la zostère (*Zostera sp*; Ward *et al.*, 2005).

Outre les effets sur le comportement des espèces, des facteurs provenant du milieu physique sont également à prendre en considération par le gestionnaire. L'augmentation de la demande anthropique en eau dans plusieurs régions, particulièrement là où elle aura tendance à être moins disponible en saison estivale, pourrait réduire la quantité et la qualité d'habitats humides disponibles. Les changements dans les techniques agricoles, tels que les changements de cultures, peuvent influencer la disponibilité de ressources alimentaires pour les oiseaux migrateurs. À cela s'ajoute aussi la possibilité d'épidémies infectieuses induites par la forte concentration de sauvagines dans les milieux humides restants (Matthews, 2008; Browne & Hamburg, 2010).

Compte tenu de ce qui précède, il est possible d'entrevoir une variété de réponses comportementales face aux changements climatiques au sein des différentes espèces d'oiseaux migrateurs. Les impacts des changements climatiques sur les écosystèmes et leurs répercussions sur les populations d'oiseaux seront donc différents selon les secteurs géographiques (Fontaine *et al.*, 2009; Bateman *et al.*, 2016; Holyoak & Heath, 2016; Koenig & Liebhold, 2016; Michel *et al.*, 2016). Pour les populations de sauvagine, la variation spatiale des impacts des changements climatiques pourrait exacerber la variabilité spatiale qui est observée dans les paramètres vitaux des

populations (Roy *et al.*, 2016; Zhao *et al.*, 2016; Robinson *et al.*, 2016). C'est pourquoi les impacts potentiels des changements climatiques sur la sauvagine devraient être abordés à l'échelle des régions (Browne & Hamburg, 2010). Dans le cadre de cet essai, les effets des changements climatiques seront abordés dans neuf régions critiques identifiées par Browne & Dell (2007), ainsi que dans l'Arctique et le Nord (Fig. 2.3).



**Figure 2.3 Répartition des différentes écorégions d'intérêts selon Ducks Unlimited inc.**

Source : Browne et Dell (2007).

### **2.1.1. L'Arctique et le Nord**

Les régions de hautes latitudes, telles que la région nordique du Canada, connaissent les changements climatiques les plus rapides (GIEC, 2018; Bush & Lemmen, 2019). Depuis 1948, une augmentation de 2,3 °C a déjà été observée dans cette région (Bush & Lemmen, 2019) et les prédictions actuelles indiquent que l'augmentation de la température continuera de l'ordre de 4 à 7 °C d'ici la fin du 21<sup>e</sup> siècle (Arctic Monitoring and Assessment Programme [AMAP], 2012). Cela aura

une incidence sur la persistance du couvert de neige printanier et induira donc une augmentation de la saison de croissance de la végétation et de la fenêtre de reproduction des espèces qui s’y reproduisent (Post *et al.*, 2009; Tulp & Schekkermann, s.d.; AMAP, 2012; Lameris *et al.*, 2017).

## **Migration**

L’Arctique et le Nord représentent une zone de nidification primordiale pour plusieurs espèces d’oies, de bernaches, et certaines espèces de canards de mer (Bowman *et al.*, 2015; Mallory *et al.*, 2018; Fox & Leafloor, 2018). Ces espèces parcourent généralement de grandes distances lors de leurs migrations entre leurs aires de reproduction dans l’Arctique et leurs sites d’hivernages dans le Sud, un trajet qui peut atteindre 3000 kilomètres dans certains cas (Béchet *et al.*, 2004; Bartzen *et al.*, 2017; Meattley *et al.*, 2018). D’autres espèces telles que l’eider à duvet (*Somateria mollissima*) et l’eider à tête grise (*Somateria spectabilis*) préféreront hiverner dans le Nord dans des polynies et des endroits libres de la couverture de glace (Gilchrist *et al.*, 2000; Oppel *et al.*, 2008; Mallory *et al.*, 2010).

## **Reproduction**

Dans l’Arctique, le succès de reproduction des oies et des bernaches dépend largement de l’accumulation de réserves d’énergie au cours de leurs migrations printanières (Bêty *et al.*, 2003). Ces réserves leur permettent d’investir immédiatement de l’énergie dans l’effort de reproduction, ce (Lepage *et al.*, 1998; Prop *et al.*, 2003; Bêty *et al.*, 2003; Bêty *et al.*, 2004; Drent *et al.*, 2007). L’augmentation de la chaleur et la fonte conséquemment plus rapide du couvert de neige devraient permettre une plus grande disponibilité de sites de nidification et une plus grande fenêtre de reproduction, ce qui pourrait se traduire par de bons taux de reproduction pour ces espèces (Fox *et al.*, 2015; Iles *et al.*, 2018; Koons *et al.*, 2019). L’augmentation de la durée de la période estivale pourrait favoriser la survie des jeunes éclos plus tardivement (Lameris *et al.*, 2017). Cependant, la synchronisation de l’éclosion des jeunes avec le moment optimal par rapport à la disponibilité des ressources alimentaires reste incertaine et un décalage peut avoir un effet néfaste (Drent *et al.*, 2007). La quantité de nutriments disponibles dans les plantes diminue en fonction de leur croissance, l’éclosion des jeunes doit donc survenir avant que la croissance de la végétation ne soit trop avancée pour que les oisillons puissent tirer avantage d’une nourriture ayant une valeur

nutritive suffisante (Aubry *et al.*, 2013). Une désynchronisation entre l'éclosion des œufs, la croissance des jeunes et la disponibilité des plantes de grande qualité peut entraîner des conséquences négatives sur la masse corporelle, la taille et la survie des oisillons (Dickey *et al.*, 2008; Aubry *et al.*, 2013; Doiron *et al.*, 2015; Ross *et al.*, 2018). À long terme, la désynchronisation va probablement entraîner un cycle de reproduction en dent de scie qui rend difficile les prédictions à long terme des populations d'oies dans l'Arctique (Gauthier *et al.*, 2016; Iles *et al.*, 2018).

La présence d'espèces en surabondance telles que les oies, peut également avoir une incidence sur le milieu où elles se retrouvent. Par exemple, la reproduction plus élevée de la petite oie des neiges (*Chen caerulescens caerulescens*) pourrait entraîner une diminution de la résilience de l'écosystème face aux changements climatiques. L'étude menée par Campbell *et al.* (2018) suggère qu'il y a une relation entre l'usage intensif de l'habitat par ces oies et l'assèchement des mares. La dégradation des milieux de nidifications peut également avoir des effets négatifs sur d'autres espèces d'oiseaux migrateurs, notamment certains oiseaux de rivage (Flemming *et al.*, 2016; Lamarre *et al.*, 2017; Flemming *et al.*, 2019). Il reste que les oies ont démontré une certaine adaptation aux changements de l'environnement, notamment en profitant des cultures agricoles au cours de leur migration, et ces adaptations pourraient leur conférer une certaine résilience face aux changements climatiques (Abraham *et al.*, 2005; Fox & Madsen, 2017).

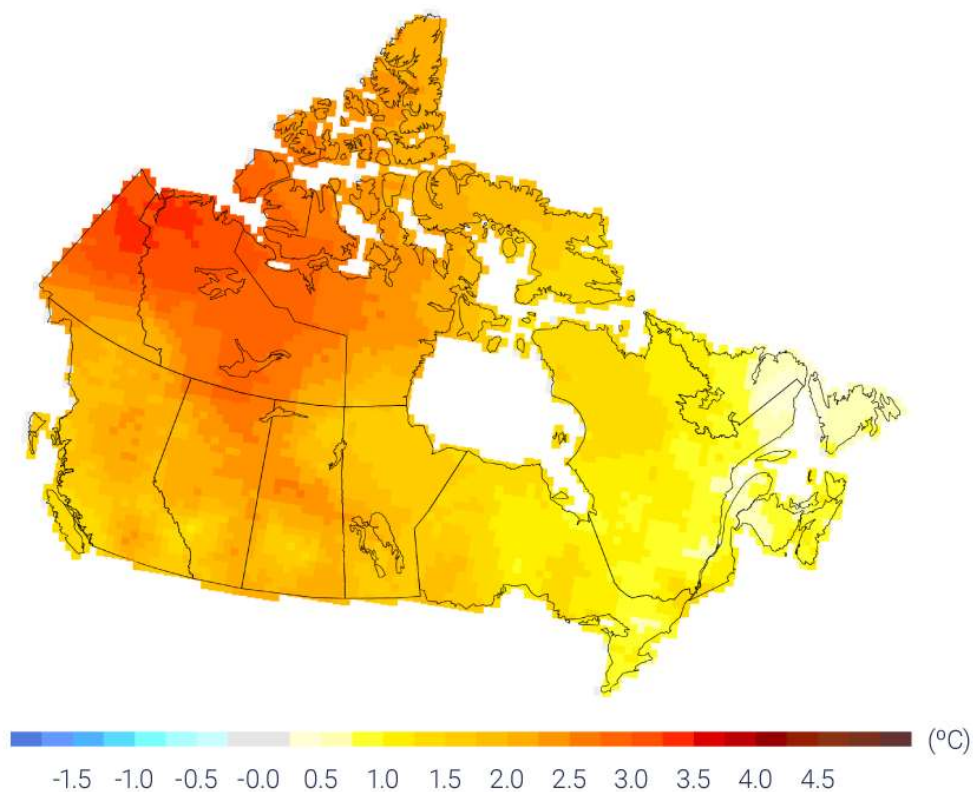
Il y a également des effets indirects potentiels des changements climatiques sur la reproduction de la sauvagine dans l'Arctique. Par exemple, les ours polaires qui n'ont plus accès à la banquise pour y chasser aussi longtemps en raison de la fonte de celle-ci sont de plus en plus enclins à visiter les colonies d'oies et d'eiders à duvets pour combler leurs besoins énergétiques (Ile *et al.*, 2013; Iverson *et al.*, 2014; Prop *et al.*, 2015). Comme la perte de glace de mer devrait se poursuivre, la prédation des nids par les ours polaires devrait également augmenter (Dey *et al.*, 2017). Cette augmentation de la prédation des ours polaires sur les populations d'eiders devrait avoir un impact négatif sur la croissance de la population; toutefois ces impacts pourraient être compensés par une augmentation de la reproduction et de la taille des couvées (Dey *et al.*, 2018). Les augmentations du niveau de l'océan, ainsi que de la fréquence des événements climatiques extrêmes, sont également des facteurs qui pourraient nuire à plus grande échelle à la reproduction des espèces qui nichent sur le littoral (USFWS, 2006).

## Hivernage

Les effets potentiels des changements climatiques sur l'hivernage de certains canards de mer qui restent en Arctique sont peu documentés. Cependant, il est envisagé que l'impact des changements climatiques sera modulé en par les stratégies de migration (Guéry *et al.*, 2017). Par exemple, les eiders à duvet (*Somateria mollissima sedentria*) qui hivernent dans la Baie d'Hudson grâce aux polynies devraient bénéficier du retrait des glaces plus hâtif pour se nourrir. Les eiders à duvet qui migrent à faible distance pour hiverner devraient également profiter de cet accès hâtif à la nourriture (Mallory *et al.*, 2010). Le même phénomène d'accès plus rapide aux ressources alimentaires a également été observé pour la bernache cravant en Alaska (Ward *et al.*, 2009). Cependant, certaines espèces plus étroitement associées à la présence de banquise, comme l'eider de Steller (*Polysticta stelleri*), seront négativement affectées (Christie *et al.*, 2018).

### 2.1.2. Forêt boréale

Cette région a connu une augmentation de température annuelle moyenne de 1 à 2 C° entre les années 1900 et 1990 (Skinner & Marjorowicz, 1999) et de manière plus significative depuis 1948 comme montré à la figure 2.4 (Bush & Lemmen, 2019). Tout comme l'Arctique, les régions nordiques seront plus affectées que les autres biomes par les changements climatiques, avec une augmentation anticipée de 4 à 5 °C pour 2100. Ce biome sera assujetti à des conditions plus sèches, à de plus grandes variations de température, à la fonte du pergélisol, à une modification du régime hydrique, ainsi qu'au déplacement de la végétation vers le nord, ce qui le rendra plus vulnérable aux perturbations (Price *et al.*, 2013). Il faut donc anticiper une diminution de la superficie des milieux humides en raison de la fonte du pergélisol comme il a déjà été observé en Alaska (Riordan *et al.*, 2006).



**Figure 2.4 Augmentation de la température observée au Canada depuis 1948.** On note une importante augmentation des températures dans la forêt boréale de l'Ouest.

Source : Bush & Lemmen (2019).

### Migration

Peu d'information est disponible en ce qui a trait aux répercussions des changements climatiques sur la migration des oiseaux migrateurs dans cette région, en grande partie en raison du manque de suivi à long terme dans cette région (Roy *et al.*, 2019). Notons toutefois qu'en plus d'être une importante zone de reproduction (Slattery *et al.*, 2011), la forêt boréale est utilisée après la période de reproduction, particulièrement par les mâles, pour la mue (Fox *et al.*, 2014). Les individus tendent à se rassembler en de larges groupes durant cette période, et les grands lacs boréaux et sous-boréaux peu profonds tendent à être particulièrement favorisés par la sauvagine en Amérique du Nord (Bailey, 1983; Savard *et al.*, 2007; Hogan *et al.*, 2011). Certains oiseaux prolongent leur utilisation des sites de mue comme sites d'escale à l'automne et peuvent passer jusqu'à un tiers de leur cycle annuel sur ces sites (Savard *et al.*, 2007; Oppel *et al.*, 2008). Cette période peut donc avoir



un impact crucial sur la condition physique des individus et peut influencer les étapes ultérieures du cycle annuel (Hogan *et al.*, 2011).

## **Reproduction**

La forêt boréale comprend des millions de milieux humides et constitue la plus grande réserve d'eau potable sur la planète (Schindler, 1998). Elle représente donc un milieu idéal pour la sauvagine et plusieurs oiseaux aquatiques durant la saison de reproduction (Slattery *et al.*, 2011; Holopainen *et al.*, 2015). Les espèces de sauvagine les plus abondantes qui nichent dans cette zone sont les canards mallards, les canards d'Amérique (*Anas americana*), les fuligules (*Aythya* spp.), les macreuses (*Melanitta* spp.), la sarcelle d'hiver (*Anas crecca*), ainsi que des espèces cavicoles comme les garrots (*Bucephala* spp.) et les harles (*Mergus* spp.) qui dépendent des chicots pour se reproduire (Slattery *et al.*, 2011; Barker, 2015). Certains auteurs suggèrent par ailleurs qu'il est possible que plus d'espèces de sauvagine nichent dans la région boréale lorsque les conditions climatiques ne sont pas adéquates dans la région des prairies (Hansen & McKnight, 1964; Johnson & Grier, 1988; Hestbeck *et al.*, 1992). Il existe toutefois peu d'études sur la nidification de la sauvagine en forêt boréale et la dynamique des populations dans ce biome a été peu étudiée (Fast *et al.*, 2004; Slattery *et al.*, 2011; Holopainen *et al.*, 2015).

Bien que la forêt boréale offre une diversité de milieux humides et une abondance relativement faible de prédateurs, les densités de canards nicheurs y sont faibles par rapport à d'autres biomes tels que les prairies. Deux facteurs sont communément invoqués pour expliquer les faibles densités de sauvagine observées dans la forêt boréale: la période de croissance relativement faible et la disponibilité de milieux d'élevage des oisillons (Fast *et al.*, 2004; Holopainen *et al.*, 2015; Lewis *et al.*, 2015). L'impact des changements climatiques se fera donc probablement sentir via ces deux facteurs limitatifs. Par exemple, l'augmentation de la température printanière peut entraîner la fonte des neiges et des glaces plus tôt en saison (Duguay *et al.*, 2006) et en conséquence entraîner une émergence hâtive des insectes aquatiques dans la saison, modifiant ainsi la période de croissance. Les espèces dont la plasticité phénologique de la période de reproduction est plus élevée, telles que les canards mallards et les canards d'Amérique, devraient être moins susceptibles aux changements climatiques puisqu'elles pourront modifier leur période de nidification en réponse aux changements climatiques, tandis que celles dont cette plasticité est plus restreinte, comme les

fuligules et les macreuses, pourraient être incapables de s'adapter (Charmantier *et al.*, 2008; Gurney *et al.*, 2011; Drever *et al.*, 2012). Les macreuses et les fuligules ont dans l'ensemble des périodes de reproduction très fixes (Drever *et al.*, 2012). Ces spécificités devraient être considérées dans la planification de la conservation de ce territoire (Stralberg *et al.*, 2018; Stralberg *et al.*, 2019).

Le manque de synchronisme entre les proies et l'éclosion des jeunes pourrait être un enjeu très important dans cette région. Dans ce sens, les espèces qui s'alimentent de proies dont l'éclosion est limitée dans le temps seraient plus vulnérables que celles dont l'alimentation est associée à des proies qui éclosent sur une plus longue période (Both *et al.*, 2009). Par exemple, les macreuses et les fuligules, dont la distribution et l'abondance sont fortement liés aux amphipodes desquels ils se nourrissent (Fast *et al.*, 2004; Haszard & Clark, 2007), pourraient être vulnérables. En effet, le développement de ces amphipodes est étroitement lié à la température (Panov & McQueen, 1998), ce qui pourrait accentuer une désynchronisation entre la reproduction de ces espèces de sauvagine et le développement de leurs proies (Drever *et al.*, 2012). Gurney *et al.* (2011) anticipent que le petit fuligule (*Aythya affinis*) est probablement l'une des espèces les plus vulnérables à la désynchronisation entre le moment de reproduction réel et optimal. Bien que d'autres paramètres puissent influencer les populations de ces espèces, l'étude de Drever *et al.* (2012) prévoit des effets négatifs des changements climatiques sur ces populations. Cette étude prévoit toutefois des effets positifs pour le canard mallard en raison de sa grande plasticité.

## **Hivernage**

Cette région ne constitue pas une aire d'hivernage d'importance pour la sauvagine.

### **2.1.3. Région des fondrières des prairies**

Cette région est recouverte par environ 40 000 km<sup>2</sup> de milieux humides, ce qui en fait une des régions avec la plus grande densité de milieux humides au monde (Keddy, 2000). Cette région est le lieu de reproduction d'un peu plus de 60% des canards d'Amérique du Nord (Johnson & Grier, 1988). C'est donc une région très importante pour la pérennité de cette ressource cynégétique, et les efforts de conservation y sont d'ailleurs considérés comme prioritaires (Browne & Hamburg, 2010; Environnement Canada, 2012). La région des prairies est toutefois considérée comme étant à risque

face aux changements climatiques puisqu'elle est en déficit hydrique pendant plus de la moitié de l'année (Steen *et al.*, 2014).

Les prévisions climatiques pour cette région consistent en une augmentation de la température et des modifications variables des précipitations (Niemuth *et al.*, 2010; Withey & van Kooten, 2011; Werner *et al.*, 2013; Niemuth *et al.*, 2014; Steen *et al.*, 2014; Bush & Lemmen, 2019). Une augmentation de 1,9 °C a déjà été observée durant la période de 1948 à 2016 (Bush & Lemmen, 2019). Selon les modèles d'émission le plus faible et le plus élevé, la température pourrait augmenter de 1,9 à 6,5 °C pour la période 2081 à 2100. L'impact des changements climatiques dans cette région est toutefois difficile à prévoir en raison du cycle hydrologique annuel. Des changements de température et du régime des précipitations devraient altérer le régime d'évapotranspiration et par le fait même les conditions de l'habitat (Johnson *et al.*, 2010a; Werner *et al.*, 2013; Roy, 2015a). Toutefois, les changements dans la distribution des précipitations durant l'année ou aux moments où la température augmente pourraient fortement influencer l'impact des changements climatiques (Johnson *et al.*, 2010a; Werner *et al.*, 2013; Roy, 2015a). Certains modèles climatiques prédictifs dans l'étude de Steen *et al.* (2014) prévoient une diminution moyenne de 46 % de l'habitat des oiseaux aquatiques pour l'horizon 2040-2049. L'impact sera toutefois variable en fonction de l'écologie des différentes espèces. Les espèces qui fréquentent des milieux humides de plus grande superficie qui sont moins susceptibles à l'assèchement devraient subir moins de répercussions que les espèces qui utilisent des milieux humides de plus petites tailles (Steen *et al.* 2014). Cette perspective est importante puisque dans cette région environ 80% des milieux humides sont de petite taille, soit d'une superficie inférieure à 4 km<sup>2</sup> (Browne & Hamburg, 2010).

Les changements climatiques pourraient également modifier fortement la productivité des prairies. Les extrêmes du cycle hydrologique des fondrières des prairies entraînent le renouvellement de la végétation et la libération d'éléments nutritifs qui maintiennent des productivités primaire et secondaire élevées (Euliss *et al.*, 1999; Johnson *et al.*, 2005). Essentiellement, pendant les périodes de sécheresse, les plantes sont recrutées dans une banque de semences qui étaient piégées au fond des milieux humides et la croissance de la plante mobilise les nutriments également piégés au fond (Werner *et al.*, 2013). La résurgence des niveaux d'eau pendant les déluges provoque la mortalité des plantes émergentes, ce qui entraîne la libération des nutriments dans la colonne l'eau et crée une vive augmentation de la productivité secondaire. Il a été démontré que cette croissance de la

productivité a des effets importants sur le réseau trophique et est particulièrement bénéfique pour les oiseaux aquatiques nicheurs (Murkin *et al.*, 1997; Sæther *et al.*, 2008; Walker *et al.*, 2013; Specht & Arnold, 2018). Les changements climatiques pourraient perturber ce cycle hydrologique et diminuer la productivité de ces milieux humides (Werner *et al.*, 2013; Steen *et al.*, 2014).

Le drainage pour des fins agricoles contribue aussi à la diminution accrue des petits milieux humides (Van Meter & Basu, 2015). Bien que les prédictions au niveau des précipitations soient difficiles à obtenir, Werner *et al.* (2013) ont déjà observé une réduction de l'hydropériodicité et un ralentissement de la dynamique de végétation diminuant ainsi la productivité de milieux humides de la région. Il reste que la prévision la plus certaine est l'augmentation des événements extrêmes tels que les sécheresses et les pluies très fortes, avec une diminution de l'hydropériode des milieux humides de la région (Johnson *et al.*, 2004; Withey & Van Kooten, 2011; Werner *et al.*, 2013; Niemuth *et al.*, 2014).

## **Migration**

Cette région est située entre les aires d'hivernage plus au sud, comme la plaine alluviale du Mississippi, la côte Est de l'Amérique du Nord et le Golfe du Mexique, et les aires de reproduction au nord, notamment la toundra arctique et la forêt boréale. Cela lui confère donc une très grande importance à titre de halte migratoire pour la sauvagine (Environnement Canada, 2012; CPNAGS, 2018; Janke *et al.*, 2019). La production agricole permet un accès à de la nourriture durant la migration de plusieurs espèces de sauvagines (Fox & Abraham, 2017). Plusieurs autres espèces, comme le canard souchet (*Spatula clypeata*), nécessitent toutefois des milieux humides pour leur alimentation (Euliss *et al.*, 1991; Tietje & Teer, 1996). Janke *et al.* (2019) mentionnent que les milieux humides en zone de forte pression agricole restent productifs pour la sauvagine, notamment pour la sarcelle à ailes bleues (*Anas discors*) et le petit fuligule. À l'inverse, Anteau & Afton (2009) ont plutôt observé que la fréquentation d'un milieu humide par le petit fuligule est influencée par une relation entre la turbidité de l'eau et la densité d'amphipodes présents. C'est-à-dire que la turbidité est un indicateur de la densité d'amphipodes. Ainsi, ils suggèrent que la turbidité supplémentaire induite par l'agriculture incite les fuligules à s'y arrêter pour se nourrir, alors que peu de ressources alimentaires y sont disponibles.

## Reproduction

Le succès de reproduction des canards dans cette région est fortement dépendant de la quantité et de la qualité des milieux humides disponibles (Krapu *et al.*, 1983; Pietz *et al.*, 2000; Walker *et al.*, 2013). Les dernières années, plus humides que la normale dans les prairies, sont corrélées avec la forte augmentation de l'effectif de plusieurs espèces de sauvagine qui s'y reproduisent (CPNAGS, 2018). Une diminution des précipitations pourrait donc engendrer une diminution du taux de reproduction de plusieurs espèces. Selon le modèle d'une augmentation de la température de 2°C, on estime que le nombre d'années où les milieux humides retiendront l'eau durant les 100 jours nécessaires au canard mallard et à la sarcelle sp. pour mener à terme l'élevage de leurs jeunes devrait diminuer de 75 %, alors que pour une augmentation de 4°C ce nombre d'années serait quasi réduit à zéro (Johnson *et al.*, 2010a; Wormworth *et al.*, 2011). Les espèces seront affectées différemment par cette hydropérodicité raccourcie. Ainsi, Une espèce comme le canard pilet dépend des milieux humides durant environ 70 jours pour sa reproduction, alors que le fuligule à dos blanc (*Aythya valisineria*) nécessite environ 130 jours (Bellrose, 1980; Anderson, 1984; Clark *et al.*, 2014). Il reste que les effets des changements climatiques sur cet écosystème varieront en fonction de la saisonnalité de ces modifications et de leurs implications sur les processus hydriques de l'écosystème, en plus des variations géographiques locales (Werner *et al.*, 2013; Feldman *et al.*, 2015; Zhao *et al.*, 2019a; Zhao *et al.*, 2019b).

Selon l'étude menée par Johnson *et al.* (2005), il est attendu que la zone de reproduction des sauvagines devrait se déplacer vers l'est et plus au nord, où les prévisions météorologiques futures présentent un climat plus humide. Cependant, l'Est est déjà fortement perturbé par l'exploitation agricole et le drainage des terres (Browne & Hamburg, 2010). Zhao *et al.* (2019b) suggèrent d'ailleurs que les canards mallards qui s'y reproduisent seraient moins résilients que ceux se reproduisant en forêt boréale.

## Hivernage

Cette région n'est pas une aire d'hivernage d'importance pour la sauvagine.

#### 2.1.4. Côte du Pacifique

La côte du Pacifique représente un grand territoire côtier et montagneux. Le régime océanique est un élément important qui affecte les populations de sauvagine (Flint, 2013). Par ailleurs, les effets des changements climatiques anticipés sont principalement attribuables au changement du régime hydrique et des précipitations (Mote *et al.*, 2005), ainsi qu'au rehaussement du niveau de l'océan (Glick *et al.*, 2007). Ces derniers auront des effets sur la quantité et la qualité d'habitat pour la sauvagine (Browne & Dell, 2007). La hausse du niveau des océans pourrait également avoir des effets sur les marais côtiers de la région. Ces habitats d'importance sont fréquentés par des espèces telles que le canard d'Amérique, le canard mallard, la sarcelle d'hiver, le canard chipeau (*Mareca strepera*), le canard pilet, les oies ainsi que les bernaches cravants (Browne & Dell, 2007). La montée du niveau de l'océan pourrait avoir des effets considérables sur l'habitat côtier de la sauvagine. L'inondation des marais côtiers engendrerait une perte de cet habitat. Glick *et al.* (2007) prévoient que pour une augmentation de 69 cm du niveau de l'océan à l'horizon 2010, il y aurait une perte de 25 % des milieux humides intertidaux d'eau douce et 13% des marais côtiers d'eau douce. À cela s'ajoute une disparition de 44% de la batture actuelle et une transition de 52 % des marais d'eau saumâtre vers des marais salés, de la batture et des marais de transition (Glick *et al.*, 2007). De plus, de manière générale les routes et autres structures anthropiques en milieu côtier limiteront la conversion du milieu terrestre en milieu côtier (Inkley *et al.*, 2004; Browne & Dell, 2007; De La Cruz *et al.*, 2014).

#### Migration

Les côtes du Pacifique comportent plusieurs haltes migratoires utilisées par diverses espèces de sauvagine. Plusieurs espèces fréquentent les marais côtiers ou les milieux humides forestiers, alors que d'autres occupent plutôt le milieu marin. Ces milieux devraient être affectés de manières différentes par les changements climatiques. Les impacts sur la migration devraient être similaires aux répercussions potentielles lors de l'hivernage, bien que certaines espèces fréquentent la région seulement en période de migration. Il faut noter que cette région abrite certaines espèces d'intérêt pour la conservation. Par exemple, on y retrouve la plus grande densité d'Arlequin plongeur (*Histrionicus histrionicus*), la population mondiale de bernache du Canada sous-espèce occidentale (*Branta canadensis occidentalis*) et de la sous-espèce d'oie rieuse de Tulé (*Anser albifrons elgasi*;

Ducks Unlimited, s.d.b). Ces espèces ou sous-espèces fréquentent la région lors de la reproduction et de la migration.

## **Reproduction**

Les oscillations océanographiques influencent la dynamique des populations de canard de mer (Flint, 2013). Il n'est toutefois pas certain si les variations dans les populations proviennent d'un effet des oscillations sur la survie, sur la mortalité, ou sur les deux (Flint, 2013). Des effets des oscillations océanographiques ont été observés sur le taux de reproduction des eiders à duvets ou la disponibilité de nourriture (Flint, 2013). Par exemple, les courants océaniques affectent la reproduction de poissons tels que le hareng du pacifique (*Clupea pallasii*), dont les œufs représentent des ressources alimentaires importantes en période hivernale pour plusieurs oiseaux marins (Kelly *et al.*, 2018), notamment l'Arlequin plongeur (Rodway *et al.*, 2003; Esler & Bond, 2010) et les macreuses (Lok *et al.*, 2008; Lok *et al.*, 2012). L'acquisition de réserves énergétiques avant la période de reproduction affecte la productivité des oiseaux migrants (Alisauskas, & Ankney, 1992; Noris, 2005) et une diminution de la disponibilité de ressource alimentaire peut alors avoir un effet négatif sur la reproduction de ces espèces (Elser & Bond, 2010).

Par ailleurs, des fluctuations importantes de sauvagines ont été observées en lien avec El Niño. Ainsi, la taille de la population de bernache cravant a augmenté durant la période plus chaude de l'oscillation, puisque l'accessibilité aux ressources alimentaires sur les sites de reproduction plus nordique était facilitée (Ward *et al.*, 2005; Ward *et al.*, 2009). D'ailleurs un déplacement vers le nord de la répartition de l'espèce est à prévoir en réponse à l'augmentation des températures, la réduction du couvert de glace et l'accessibilité à la zostère marine, sa ressource alimentaire principale (Ward *et al.*, 2009). Malgré ces connaissances, beaucoup de recherches seront encore nécessaires concernant les effets des régimes océaniques et des répercussions potentielles des changements climatiques sur la reproduction de la sauvagine dans cette région.

## Hivernage

Cette région est d'une grande importance pour l'hivernage de nombreuses espèces de sauvagine, allant des oies et bernaches aux canards barboteurs et canards de mer. C'est notamment un lieu d'hivernage important des macreuses de la forêt boréale de l'Ouest et du fuligule à dos blanc (Davis *et al.*, 2014). En plus des effets des régimes océaniques, des effets potentiels des changements climatiques dans cette région sont attribuables aux changements de régime hydrique. La fonte prématurée des glaces devrait engendrer une augmentation de l'écoulement printanier, mais réduire l'écoulement estival comme mentionné précédemment (Mote *et al.*, 2005). Depuis les 100 dernières années, une diminution de 11 % du couvert de neige a été observée et la période de fonte a diminué de 10 à 30 jours (Mote *et al.*, 2005). Cet apport d'eau douce joue un rôle important dans la régulation de la salinité des baies et deltas qui sont des habitats importants pour la sauvagine. Il est possible que l'augmentation de salinité modifie la disponibilité et la distribution des proies recherchées par la sauvagine, tant lors de la migration que de l'hivernage (Browne & Dell, 2007). Il est également possible que la disponibilité des ressources alimentaires soit perturbée à cause de changements d'abondance de nombreuses espèces de poissons et d'invertébrés (McFarlane *et al.*, 2000; Cloern *et al.*, 2007) qui constituent l'alimentation de plusieurs espèces de sauvagine. Il pourrait aussi y avoir une incidence sur l'utilisation des lits de Zostère marine pour l'alimentation de plusieurs espèces (Ducks Unlimited, s.d.b.), notamment la bernache cravant noire (Ward *et al.*, 2005). L'ampleur des impacts dépendra de la plasticité alimentaire des différentes espèces.

### 2.1.5. Grands Lacs et le fleuve Saint-Laurent

La région s'étendant des Grands Lacs au fleuve Saint-Laurent est fortement anthropisée et l'on estime qu'en 1995 il ne restait déjà plus qu'un tiers des milieux humides dans la zone des Grands Lacs comparativement à l'état d'origine (Fuller *et al.*, 1995). La résilience de ces écosystèmes sera donc d'autant plus mise à l'épreuve face aux changements climatiques. Une augmentation de 1,6 °C de la température a été observée depuis 1960 dans la région (Pryor *et al.*, 2014) et on prévoit une augmentation de température de l'ordre de 4,2 à 6,1 °C si les émissions de GES conservent la tendance actuelle (Pryor *et al.*, 2014). L'augmentation de la température observée a principalement été enregistrée au cours de la période hivernale. Ainsi, Wang *et al.* (2012) ont démontré qu'entre 1973 et 2010 le couvert de glace sur l'ensemble des Grands Lacs a diminué de 71 % en moyenne. Cela peut favoriser l'effet de lac et donc augmenter la quantité de précipitations. L'absence de glace



permet également à certaines espèces de sauvagine de continuer à combler leurs besoins durant une plus grande période de temps en périodes automnale et hivernale et donc de retarder leur migration vers le sud.

Une augmentation de 11 % des précipitations a été observée depuis 1900 mais les prévisions sont difficiles à évaluer (GLISA, s.d.) pour la fin du siècle. Malgré cette augmentation des précipitations, le niveau d'eau des Grands Lacs sera appelé à diminuer d'ici la fin du siècle, entre autres en réponse à l'augmentation de l'évapotranspiration (Lofgren & Rouhana, 2016). La diminution du niveau de l'eau, particulièrement dans le sud du Québec, pourrait également réduire la recharge de la nappe phréatique, réduisant par le fait même l'apport hydrique des petits cours d'eau et des milieux humides (D'Arcy *et al.*, 2005). Ultimement, cela pourrait contribuer à la perte de milieux humides ou à une diminution de leur qualité en termes d'habitat (Brown & Dell, 2007; Browne & Hamburg, 2010). La diminution du débit du fleuve Saint-Laurent pourrait toutefois être partiellement compensée par la montée de la mer dans une partie du système du Saint-Laurent (Lepage *et al.*, 2015). La diminution du couvert de glace dans le Saint-Laurent aura comme effet d'accentuer l'érosion des rives par les tempêtes hivernales et donc de réduire la qualité d'habitat pour la sauvagine (Baillargeon & Crousset, 2006; Savard *et al.*, 2008; Lepage *et al.*, 2015).

## **Migration**

L'augmentation de la température, la réduction du couvert de neige et l'absence de glace devraient retarder la migration automnale en direction du Sud (Notaro *et al.*, 2016). L'effet sera variable en fonction des espèces et de leur écologie. Des espèces comme le canard souchet, qui sont fortement dépendantes des milieux humides pour leur alimentation ou qui supportent moins bien le froid (Euliss *et al.*, 1991; Tietje & Teer, 1996), devraient tout de même migrer vers le sud relativement tôt (Schummer *et al.*, 2017). À l'inverse, des espèces plus flexibles comme le canard noir et le canard mallard pourraient retarder leur migration de plusieurs semaines selon les scénarios, voire ne pas migrer et hiverner dans la région des Grands Lacs (Notaro *et al.*, 2016). Des changements dans le moment et l'intensité de la migration des canards barboteurs vers le sud ont déjà été documentés au cours des dernières décennies dans la région des Grands Lacs et l'est de l'Amérique du Nord (Brook *et al.*, 2009; Schummer *et al.*, 2014).

## Reproduction

Les changements annuels et à long terme du niveau hydrique sont considérés comme d'importants facteurs abiotiques qui influencent la reproduction de plusieurs espèces d'oiseaux dépendant des milieux humides de la région des Grands Lacs (Timmermans *et al.*, 2008). Une diminution de la qualité des milieux humides de ces régions, la modification des communautés végétales composant ces milieux humides, ainsi que les fluctuations du niveau de l'eau en période de nidification pourraient avoir une influence négative sur la productivité de sauvagine, et une diminution du taux de reproduction dans cette région est à envisager (Desgranges *et al.*, 2006; Singer *et al.*, 2016).

## Hivernage

Comme mentionné précédemment, cette région devrait offrir un meilleur potentiel climatique pour des espèces comme le canard noir, le canard mallard et quelques canards plongeurs durant la période d'hivernage (Notaro *et al.*, 2016). Dans cette même optique, la diminution du couvert de glace pourrait être profitable à l'alimentation de certaines espèces telles que le harelde kakawi (*Clangula hyemalis*), le garrot à œil d'or et le petit garrot (*Bucephala albeola*), qui fréquentent de plus en plus les Grands Lacs pour hiverner (Schummer *et al.*, 2012). Cependant, des changements dans l'écosystème des Grands Lacs ont réduit la quantité de nourriture disponible pour la sauvagine, et depuis 1999 une diminution de la capacité de support du milieu a été observée (Churchill *et al.*, 2016). Il devrait en être de même pour les populations qui hivernent au large du Saint-Laurent, comme par exemple la population de garrot d'Islande de l'Est (*Bucephala islandica*) qui hiverne dans le fleuve Saint-Laurent dans une zone relativement restreinte (Lepage *et al.*, 2015). Dans le cas des espèces de canards barboteurs plus rustiques, tels que le canard mallard et le canard noir, il pourrait être plus avantageux d'hiverner dans le nord plutôt que d'assumer les risques et les dépenses d'énergie supplémentaires pour se déplacer vers des zones inconnues plus au sud (Albright *et al.*, 1983; Diefenbach *et al.*, 1988).

### 2.1.6. Côte de l'Atlantique

La côte atlantique couvre une grande superficie et englobe certains endroits spécialement reconnus pour la qualité de l'habitat de la sauvagine, comme la baie de Chesapeake (Reese & Weterings, 2018) qui est un important site d'hivernage (Plattner *et al.*, 2010; Zipkins *et al.*, 2010; Silverman *et al.*, 2013; Ringelman *et al.*, 2015). À l'instar de l'ensemble des milieux côtiers, cette région devrait

subir les effets de l'augmentation du niveau des océans, une augmentation de la fréquence des événements climatiques extrêmes et un changement dans le régime de précipitation. Les précipitations hivernales et printanières devraient augmenter alors que les précipitations estivales devraient demeurer similaires (Lynch *et al.*, 2016) L'intrusion d'eau salée dans les milieux humides côtiers de la côte Atlantique est une des principales causes de leur disparition (Dahl & Stedman, 2013). Ce phénomène devrait augmenter en raison de l'élévation du niveau de l'océan induite par les changements climatiques (Ezer *et al.*, 2013; Church *et al.*, 2013). L'augmentation du niveau de l'océan observé dans cette région est d'ailleurs la plus grande aux États-Unis (Sallenger *et al.*, 2012). En raison de ces changements hydrographiques, on anticipe également des changements importants dans la composition et la distribution des communautés végétale du littoral, ce qui va affecter l'alimentation de plusieurs espèces de sauvagine (Short *et al.*, 2016).

## **Migration**

Plusieurs espèces de sauvagine fréquentent la région côtière de l'Atlantique lors de leur migration. L'augmentation prévue du niveau des océans pourrait avoir comme effet une perte d'habitat pour la sauvagine (Najjar *et al.*, 2000), traduite à travers la diminution en quantité et en qualité des milieux humides côtiers (Ringelman & Williams, 2018). Le relief plutôt plat de la côte de l'Atlantique prédispose cette région à la perte de plus grandes superficies de milieux humides côtiers existants, comparativement à la côte du Pacifique (Glick, 2005). On estime qu'entre 17 et 45 % des milieux humides côtiers de la côte de l'Atlantique sont susceptibles de disparaître au cours du 21<sup>e</sup> siècle (Titus *et al.*, 1991, Glick, 2005).

En raison de l'augmentation du niveau de l'océan, les milieux humides côtiers pourraient devenir moins riches et correspondre à de plus grandes superficies d'eau sans végétation. Cette incidence pourrait alors avoir des répercussions pour des espèces comme le canard noir ou le fuligule à dos blanc, entre autres, qui dépendent de ces milieux humides avec des algues marines pour se nourrir (Robinson *et al.*, 2016; Robinson *et al.*, 2017; Ringelman & Williams, 2018; Ringelman *et al.*, 2018). Dans le passé, l'augmentation de la température de l'eau et la diminution de la teneur en oxygène ont déjà mené à des mortalités importantes de bivalves, source alimentaire d'importance pour certaines espèces de canards plongeurs (Najjar *et al.*, 2000). Le nombre d'oiseaux migrateurs qui fréquentent la baie de Chesapeake est en déclin depuis des dizaines d'années et cela pourrait être

causé en partie par la diminution de la qualité de la baie et de ses environs en termes d'habitat et de disponibilité alimentaire (Najjar *et al.*, 2000).

## **Reproduction**

La perte d'habitat est une problématique qui a entraîné une diminution de la reproduction de plusieurs espèces de sauvagine dans la région (Schummer *et al.*, 2011). La perte de milieux humides côtiers, en particulier, pourrait avoir une incidence sur la reproduction du canard noir qui privilégie cet habitat de nidification (Heusmann & Sauer, 2000). Plusieurs changements dans l'utilisation des terres ont également eu lieu et bien que des espèces telles que la bernache du Canada et le canard mallard ont démontré leur capacité à s'adapter à ces changements, certaines espèces telles que le canard noir ont été affectées négativement (Costanzo & Hindman, 2007). Pour les espèces se reproduisant à l'intérieur des terres, on peut s'attendre à ce que l'augmentation des précipitations printanières et la stabilité des précipitations estivales (Lynch *et al.*, 2016) favorisent la reproduction. Dans la région, Kennamer (2001) a d'ailleurs observé un taux de reproduction supérieur pour le canard branchu lors des années pluvieuses.

## **Hivernage**

La zone plus au sud de la côte de l'Atlantique est une aire d'hivernage d'importance pour la sauvagine, notamment pour le canard noir, la bernache cravant, le fuligule à dos blanc et le fuligule à tête rouge (Browne & Hamburg, 2010). Des effets similaires à ceux qui auront lieu sur la côte du Pacifique sont à prévoir pour cette aire d'hivernage. Des espèces plus vulnérables comme l'arlequin plongeur (population de l'Est), qui est en danger d'extinction, fréquentent cette aire d'hivernage. D'ailleurs, le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) considère que les changements climatiques sont une des menaces pour cette espèce en raison des modifications anticipées qu'ils auront sur la répartition, l'abondance ainsi que la phénologie des invertébrés constituant son alimentation (COSEPAC, 2013).

### **2.1.7. Région des grands bassins**

Cette région est très vaste et les milieux humides y sont épars à travers un environnement relativement désertique. Les cours d'eau ne sont généralement pas connectés à la mer et de grands bassins se forment à leurs extrémités (Ducks Unlimited, 2005). De manière générale, l'enjeu

principal associé aux changements climatiques dans la région est la disponibilité de l'eau. Depuis les 100 dernières années, une augmentation de la température de 0,3 à 0,6 °C a été observée (Wagner *et al.*, 2003), le couvert de neige a diminué (Mote *et al.*, 2005) et la fréquence de fortes précipitations a augmenté (Chambers & Pellant, 2008). Cette tendance devrait s'accroître au cours du 21<sup>e</sup> siècle (Chambers & Pelant, 2008). Il faut également mentionner que cette région est assujettie à un des plus hauts taux d'évapotranspiration de l'Amérique du Nord, ce qui rend les milieux humides particulièrement vulnérables au changement du régime de précipitation et à l'augmentation de la température (Engilis & Reid, 1997; Intermountain West Joint Venture, 2013).

### **Migration**

Les rares milieux humides de la région des grands bassins sont essentiels en tant que halte migratoire durant la migration, ce qui en fait une région d'une grande importance pour les migrations printanière et automnale de la sauvagine (Kadlec & Smith, 1989). De plus, il est probable que des éclosions de la bactérie *Botulism sp.* soient favorisées par l'augmentation de la température de l'eau stagnante des bassins. Les mortalités induites par cette bactérie lors de la migration automnale et lors de la période de reproduction pourraient donc augmenter avec les changements climatiques (Ducks Unlimited, 2005; Espelund & Klaveness, 2014).

### **Reproduction**

La région des grands bassins est un lieu de reproduction important pour certaines espèces telles que la sarcelle cannelle (*Anas cyanoptera*), le fuligule à tête rouge, le canard chipeau (*Mareca strepera*), le canard mallard et le fuligule à dos blanc (Ducks Unlimited, s.d.c.). Dans cette région, ce sont principalement la quantité et la qualité d'habitat printanières qui sont les facteurs limitants majeurs dans la dynamique des populations. Dans un contexte de changements climatiques, la recharge hydrique des milieux humides qui dépendent de la fonte printanière des neiges pourrait être compromise (Chambers & Pelant, 2018). La réduction de la disponibilité de l'eau en période estivale, couplée à une augmentation des températures, pourrait également induire une perte additionnelle de milieux humides.

## **Hivernage**

L'augmentation des températures prévue ainsi que les augmentations de précipitations en période hivernale (Chambers & Pelant, 2008) pourraient favoriser l'hivernage dans la région, mais des recherches supplémentaires seront nécessaires à cet égard.

### **2.1.8. Régions des grandes plaines du sud**

Cette région est recouverte d'un bon nombre de lacs temporaires et permanents, certains salés, qui sont alimentés exclusivement par les précipitations et le ruissellement associé (Haukos & Smith, 2003). La région des grandes plaines est toutefois l'une des régions les plus intensivement cultivées au monde, et en conséquence ses milieux humides ont été fortement perturbés (Bolen *et al.*, 1989, Tsai *et al.*, 2007). Un enjeu très important par rapport aux changements climatiques dans cette région concerne le rapport entre la quantité de précipitations qui alimente les milieux humides et l'évapotranspiration (Matthews, 2008). Les précipitations devraient diminuer de 20 à 30 % entre 2050 et 2100 par rapport à 1990 dans les portions sud et sud-ouest de la région. À l'inverse, il est possible qu'il y ait une augmentation des précipitations dans la portion est de la région (Romero-Lankao *et al.*, 2014). Il reste toutefois difficile de bien prédire les niveaux de précipitations à partir des modèles climatiques actuels. Néanmoins, on prévoit une augmentation des périodes de sécheresse plus marquées pour le 21<sup>e</sup> siècle (Matthews, 2008). De manière générale, les plans d'eau de la région devraient connaître une diminution en nombre et en superficie en raison d'une augmentation de l'évapotranspiration et de la diminution des précipitations (Matthews, 2008).

## **Migration**

La région des grandes plaines du sud se situe dans le corridor migratoire central et représente une halte migratoire importante, bien que plusieurs millions de sauvagines fréquentent aussi cette région en période hivernale (Ducks Unlimited, s.d.d). Lors de la migration printanière, plus de 90% de la population d'oie rieuse du centre du continent passe par cette région (Browne & Hamburg, 2010). Cette région est considérée comme étant la deuxième zone d'hivernage en importance pour les populations de sauvagine de la voie de migration centrale (Bergan & Smith, 1993; Baldassarre & Bolen, 2006). L'utilisation des mares (*playa lake*) par la sauvagine a cependant beaucoup diminué avec le temps (Baar *et al.*, 2008). Cette région de climat aride a perdu plus de 90 % des milieux humides qui étaient présents historiquement en raison du drainage et de l'expansion de

l'agriculture (Browne & Hamburg, 2010). Cela a pour effet de concentrer les populations de sauvagines, ce qui favorise les zoonoses (Matthews, 2008; Browne & Hamburg, 2010; Ducks Unlimited, s.d.d). Les maladies telles que le choléra et le botulisme sont les principales causes de mortalité de la sauvagine dans la région, et ce principalement lorsque les conditions sont particulièrement sèches en hiver et en automne (Ducks Unlimited, s.d.d). Toutefois, si les précipitations hivernales sont appelées à augmenter, il est possible que cette problématique diminue (GIEC, 2007). De plus, les espèces qui arrivent dans la région au début de l'automne lors de leur migration pourraient être confrontées à un nombre de milieux humides limités (Matthews, 2008). Matthews (2008) suggère donc la possibilité d'un déplacement de la voie migratoire vers l'est, où l'eau est plus permanente, en réponse aux changements climatiques.

### **Reproduction**

La région des grandes plaines du sud est l'une des aires de reproduction non traditionnelles les plus au sud pour de nombreuses espèces de canards en Amérique du Nord. Le canard mallard, la sarcelle à ailes bleues, le canard chipeau, le fuligule à tête rouge et le canard pilet se reproduisent dans la région (Johnson *et al.*, 2010b; Ducks Unlimited, s.d.d). Les densités de couples nicheurs sont toutefois faibles et l'information sur la reproduction des canards y est limitée (Ray *et al.*, 2003). Dans la région des grandes plaines du sud, les espèces qui se reproduisent tôt au printemps devraient bénéficier d'une plus grande disponibilité d'habitat de qualité pour l'élevage des couvées en raison des précipitations importantes durant l'hiver et le printemps (Matthews, 2008).

### **Hivernage**

L'abondance de sauvagine dans cette région est directement corrélée avec l'abondance de milieux humides éphémères (Johnson *et al.*, 2011; Hagy *et al.*, 2014). En dépit de la dynamique de prospérité et de récession («*boom or bust*»), la région joue un rôle important dans la dynamique de population des canards barboteurs car les individus qui hivernent dans la région des grandes plaines du sud durant les années humides ont le taux de survie hivernal le plus élevé en Amérique du Nord (Bergan & Smith, 1993; Moon & Haukos, 2006). Par ailleurs, l'expansion de l'agriculture dans la région a eu pour effet d'augmenter la quantité de nourriture disponible pour certaines espèces qui consomment les grains résiduels, mais à l'inverse a diminué la quantité et la qualité d'habitats humides (Moon & Haukos, 2006). En conséquence, la capacité de support de l'environnement

pourrait être beaucoup plus limitée à la fin de l'hiver et au printemps par rapport aux décennies précédentes (Baar *et al.*, 2008; Davis *et al.*, 2014). La réduction des habitats naturels provoque aussi une chute de la disponibilité de ressources alimentaires plus diversifiées comme des invertébrés ou encore des plantes aquatiques qui sont consommées par les espèces de sauvagine considérées moins généralistes comme le canard souchet (Baldassarre & Bolden, 1984; Ducks Unlimited, s.d.d).

#### **2.1.9. Plaine alluviale du Mississippi et Golfe du Mexique**

La plaine alluviale du Mississippi a déjà connu de grandes modifications, comme la perte de grandes étendues de forêts inondables, en raison de l'exploitation forestière et du développement du secteur agricole (Taylor *et al.*, 1990; Klimas *et al.*, 2009). De plus, l'eau des rivières a été canalisée de sorte à réduire les inondations. Ces zones inondables sont pourtant l'habitat de plusieurs espèces de sauvagine, telles que le canard branchu (*Aix sponsa*), le canard chipeau, le canard mallard et la sarcelle d'hiver (Bellrose, 1980; Inkley *et al.*, 2004). Les milieux humides du golfe du Mexique, avec son relief relativement plat, et ceux du delta du fleuve du Mississippi, seront particulièrement à risque en raison du rehaussement du niveau de la mer (Day *et al.*, 2005; Glick, 2005; Mitsch & Fernandez, 2013; Lange *et al.*, 2018). De manière générale, ces deux zones ne devraient pas être affectées similairement par les changements climatiques en raison de la nature fluviale de l'une et côtière de l'autre.

#### **Migration**

La plaine alluviale du Mississippi est une région d'importance pour la migration puisqu'elle offre des haltes migratoires le long du corridor de migration du Mississippi (Reinecke *et al.*, 1989; Stafford *et al.*, 2006; Browne & Dell, 2007). Cependant, la diminution d'habitat dans la région, soit en raison des changements climatiques ou encore de perturbations anthropiques, pourrait avoir des impacts négatifs (Inkley *et al.*, 2004). De plus, les oiseaux migrateurs hivernent là où les ressources alimentaires sont suffisantes pour compenser le coût métabolique dû aux conditions météorologiques adverses (Dalby *et al.*, 2013). Dans un contexte où les hivers sont moins rigoureux, il est fort probable que plusieurs oiseaux décident de passer l'hiver dans les États plus au nord de cette région plutôt que d'encourir les risques associés à la migration (Green & Krementz, 2008; Schummer *et al.*, 2010; Krementz *et al.*, 2012).



## Reproduction

L'enjeu le plus important des changements climatiques par rapport à la reproduction de la sauvagine dans la région du Golfe du Mexique est la perte de milieux humides côtiers. L'augmentation de la fréquence des événements climatiques extrêmes ainsi que l'élévation du niveau des océans s'ajouteront aux multiples pressions anthropiques auxquelles le milieu est soumis. Une espèce non migratrice endémique de la région, le canard brun (*Anas fulvigula*), pourrait être particulièrement affectée d'autant plus que l'habitat de reproduction y est déjà limité (Krinsky *et al.*, 2019). En effet, contrairement aux autres espèces de canards migrateurs dont la reproduction est souvent reliée à la température, la nidification du canard brun est plutôt stimulée par le niveau d'eau (Grand, 1992). Un changement dans le régime des précipitations, des niveaux d'eau plus bas, la fréquence accrue d'événements climatiques extrêmes ou encore la perte d'habitat pourraient donc nuire à la reproduction de cette espèce.

## Hivernage

La plaine alluviale du Mississippi est une aire d'hivernage très utilisée par diverses espèces, notamment le canard mallard et d'autres canards barboteurs. Le haut volume de précipitations associé aux larges dépressions climatiques observées durant l'hiver pourrait bénéficier à l'inondation de plusieurs secteurs, engendrant alors de plus grandes superficies d'habitat pour la sauvagine. Les aménagements installés pour réduire l'effet des inondations pourraient réduire la quantité d'habitat d'hivernage disponible et donc la capacité de support du milieu (Inkley *et al.*, 2004). De plus, le changement de type de culture implanté pour une meilleure adaptation aux conditions climatiques pourrait avoir des répercussions pour l'alimentation de la sauvagine selon les espèces.

Le Golfe du Mexique et sa région côtière sont de grande importance pour l'hivernage de multiples espèces de sauvagine (Chabrek *et al.*, 1989; Michot, 1996; Bolduc & Afton, 2004; Lange *et al.*, 2018). Environ 80 % de la population de fuligule à tête rouge fréquente les étangs côtiers du Golfe du Mexique en période hivernale (Michot, 2000; Lange *et al.*, 2018). Ces milieux humides côtiers ont déjà subi une diminution importante de leur superficie (Browne & Dell, 2007; Browne & Hamburg, 2010). L'augmentation du niveau des océans induite par les changements climatiques pourrait engendrer la submersion des milieux humides côtiers de cette zone, en plus d'un apport d'eau salée

pouvant perturber les marais côtiers intérieurs (Ducks Unlimited, s.d.e.; Browne & Dell, 2007; Kirwan *et al.*, 2010). L'étude de Lange *et al.* (2018) prévoit la submersion de près de 60 % des étangs côtiers connus dans l'État du Texas pour l'horizon 2100. Les marais d'eau moins salée sont de meilleure qualité pour l'alimentation d'espèces telles que le canard souchet (Tietje & Teer, 1996). De plus, les changements hydrologiques provoqués par l'humain, notamment sur le fleuve Mississippi, diminuent l'apport de sédiments dans les deltas. La diminution de ce substrat dans les milieux humides côtiers contribue également à réduire leur résilience face à la montée du niveau des océans et favorise leur conversion en superficie d'eau claire (Browne & Dell, 2007).

Au Mexique, Romero-Lankao *et al.* (2014) prévoient également une diminution des précipitations, de même qu'une augmentation de la superficie de la région subtropicale aride. De plus, les événements climatiques extrêmes, tels que les ouragans qui perturbent les mangroves, seront plus fréquents. Les mangroves nécessitent environ 25 ans pour se rétablir à la suite d'un ouragan (Kovacs *et al.*, 2004; Flores-Verdugo *et al.*, 2011). Ceci est d'autant plus critique qu'une augmentation d'un mètre du niveau de l'océan prévu pour la fin du 21<sup>e</sup> siècle engendrera un taux important de disparition de milieux humides et de mangroves plutôt qu'une extension de ceux-ci (Flores-Verdugo *et al.*, 2011). Cela pourrait représenter la perte de 20 % et 94 % des milieux humides et mangroves dans les États de Tamaulipas et de Veracruz respectivement (Flores-Verdugo *et al.*, 2011).

Par ailleurs, la conversion de milieux humides côtiers en superficies d'eau claire, comme ce fût le cas pour 1 million d'acres depuis 1940 en Louisiane (Burkett & Kusler, 2000; Glick, 2005), engendre des effets négatifs pour les espèces qui sont moins flexibles par rapport à leur alimentation. Ces espèces sont plus vulnérables puisqu'elles ne peuvent pas profiter de sources de nourriture alternatives d'origine anthropique, telles que les grains. Les espèces de canards plongeurs qui hivernent dans cette région telles que les fuligules à tête rouge, les fuligules à dos blancs ou encore le petit fuligule sont donc plus à risque des répercussions potentielles de cette perte d'habitat (Glick, 2005). La diminution d'habitat pourrait donc avoir des répercussions importantes sur les populations de sauvagine puisque la qualité de l'alimentation en période hivernale influence le taux de survie post-hivernal ainsi que la condition corporelle des oiseaux lors de leur migration vers le nord et de leur reproduction.

#### **2.1.10. Côte du Pacifique Sud**

Le changement du régime hydrique, la diminution de l'apport de sédiments, le changement de salinité et les événements météorologiques extrêmes plus fréquents pourraient tous avoir des effets directs ou indirects sur les espèces de sauvagine qui fréquentent ces écosystèmes (Browne & Dell, 2007). Browne & Dell (2007) mentionnent que les milieux humides côtiers de la Côte du Pacifique sont sujets à perdre une partie de leur superficie en fonction de la montée des eaux prévue pour la fin du 21<sup>e</sup> siècle. En particulier, la migration de la zone intertidale vers le milieu terrestre est souvent limitée en raison de la présence d'infrastructures anthropiques comme les routes ou le développement urbain (Browne & Dell, 2007; Browne & Hamburg, 2010, De La Cruz *et al.*, 2014), ce qui va entraîner une perte nette d'habitat pour la sauvagine. Cette perte d'habitat pourrait également être accentuée par l'altération des écosystèmes humides comme le marais Suisin et le delta San Joaquin (Browne & Dell, 2007). La dominance des précipitations sous forme de pluie plutôt qu'en neige durant l'hiver ainsi que l'augmentation des précipitations à cette période devraient augmenter les fortes crues, mais diminuer la disponibilité en eau pour les autres saisons (Miller *et al.*, 2003). De plus, l'apparition de conditions hivernales plus favorables à des latitudes plus élevées pourrait diminuer la quantité de sauvagine qui fréquente la région de la Californie en période d'hivernage.

#### **Migration**

Cette zone est plutôt importante au niveau de l'hivernage et de la reproduction de la sauvagine, bien que plusieurs espèces fréquentent la région lors de leur migration.

#### **Reproduction**

Le taux de reproduction dans la région est influencé par la quantité de précipitations. Ainsi, durant la période de sécheresse de 2013-2016 le taux de reproduction a diminué dans la région. À l'inverse, les précipitations plus abondantes de 2018 dans la région de la Vallée Centrale de la Californie et du nord-est de la Californie ont mené à une augmentation du taux de reproduction de diverses espèces de sauvagine (Skalos & Weaver, 2019). L'augmentation de la fréquence des périodes de sécheresse qui est prédite pour cette région pourrait donc limiter la productivité de la sauvagine qui y niche.

## Hivernage

Bien que la Côte du Pacifique ait perdu plus de 90% des milieux humides qui s’y retrouvaient historiquement, on observe dans la région une des plus grandes concentrations de sauvagine du monde en période hivernale (Fleskes *et al.*, 2012; Petrie *et al.*, 2016). Cette aire d’hivernage de grande importance abrite 6 à 7 millions de canards et d’oies, dont la quasi-totalité de la population continentale d’oie rieuse de Tulé (Petrie *et al.*, 2016). La plupart des milieux humides restants dans la région sont toutefois désormais sous influence humaine (Davis *et al.*, 2014). L’émergence de la culture du riz a été bénéfique pour plusieurs espèces de sauvagine qui profitent de cette culture pour combler leurs besoins alimentaires (Fleskes *et al.*, 2012; Petrie *et al.*, 2016; CPNAGS, 2018). Petrie *et al.* (2014) estiment que le riz y représente 45 % de l’alimentation des canards barboteurs qui hivernent dans la région. Cependant, la gestion annuelle de l’eau qui entoure la culture du riz est remise en question et l’eau attribuée à cette culture a été revue à la baisse en raison des sécheresses. La diminution de la quantité et de la qualité des rizières se reflètera alors par une diminution de cette ressource alimentaire hivernale pour la sauvagine (CPNAGS, 2018).

La Californie connaît depuis quelques années des sécheresses importantes et le cycle de sécheresse pourrait empirer dans la région (Neelin *et al.*, 2013; Osnas *et al.*, 2016). Ces sécheresses limitent la capacité de support du milieu et affectent négativement la reproduction printanière (Petrie *et al.*, 2016; Osnas *et al.*, 2016). Si le cycle de sécheresse empire, la région pourrait ne pas subvenir aux besoins alimentaires des sauvagines qui y hivernent pour le niveau de population visé par le PNAGS. Selon tous les scénarios envisagés, les canards pourraient manquer de nourriture vers la fin de l’hiver et les bernaches et les oies vers la fin de l’hiver et le début du printemps. Ces épisodes de sécheresse pourraient renforcer la compétition entre les individus et affecter négativement la croissance des populations de sauvagine (Osnas *et al.*, 2016).

L’augmentation des précipitations hivernales sous forme de pluie, la diminution du couvert de neige dans les montagnes et ultimement la réduction du régime hydrique en période estivale (Maurer & Duffy, 2005; Godsey *et al.*, 2014) pourraient avoir l’effet d’augmenter la concentration de contaminants qui se retrouvent dans les estuaires (Miller *et al.*, 2003; Alpers, 2017). De par leur type d’alimentation, les espèces telles que les macreuses et les fuligules seraient alors susceptibles d’accumuler de plus grandes quantités de ces contaminants, ou encore, voir la disponibilité de leurs ressources alimentaires diminuer (Browne & Dell, 2007). De manière générale, l’habitat des canards

plongeurs sur la côte du Pacifique est plus limité que du côté atlantique, ce qui rend les populations sur la côte pacifique plus vulnérables (Miller *et al.*, 2003; Browne & Dell, 2007). Néanmoins, les milieux humides dans les terres devraient recevoir une plus grande quantité de précipitations sous forme de pluie durant la période hivernale (Romero-Lankao *et al.*, 2014), ce qui pourrait être bénéfique pour la sauvagine en période d'hivernage.

La disponibilité alimentaire de végétation devrait également être modifiée par les changements environnementaux du milieu. Par exemple, l'étude menée par Stillman *et al.* (2015) a démontré que dans la Baie de Humboldt en Californie, la redistribution de la zostère marine dans la zone intertidale en fonction de la montée du niveau d'eau pourrait répondre aux besoins alimentaires d'une population de bernaches cravants noires cinq fois plus grande que la population actuelle pour l'horizon 2100. Dans cette même étude, les auteurs suggèrent que le temps passé à s'alimenter à cette halte migratoire et les gains énergétiques qu'en tire la sauvagine ne devraient pas fluctuer en raison de l'augmentation du niveau de l'océan. Il faut également mentionner que la portion mexicaine côtière du Pacifique et l'intérieur des terres comprend d'importants habitats d'hivernage pour la sauvagine. Les milieux humides que l'on retrouve dans les États de Sonora, Sinaloa et des Basses Californies confèrent des habitats essentiels aux oiseaux migrants à travers le climat semi-aride de la région (Flores-Verdugo *et al.*, 2011; Valdez *et al.*, 2019). Peu d'études sont réalisées sur les effets potentiels des changements climatiques sur la sauvagine dans la région.

## **2.2. Points focaux**

Il reste difficile de déterminer quelles espèces subiront des répercussions positives ou négatives des changements climatiques et l'ampleur que pourront avoir ces répercussions. Néanmoins, il est évident que les espèces dont la taille de population est faible et dont l'aire de répartition est plus petite sont plus susceptibles et vulnérables à ces changements (Long *et al.*, 2007). C'est pourquoi des espèces ou sous espèces telles que l'oie de Tulé, le garrot d'Islande (population de l'Est), la bernache cravant noire, l'arlequin plongeur de l'Est, le canard brun, l'eider à lunette (*Somateria fischeri*) et l'eider de steller (*Polysticta stelleri*) devront recevoir une attention plus importante en raison de la taille limitée de leurs populations et de leurs aires de répartition restreintes (Austin *et al.*, 2014; Lepage *et al.*, 2015).

On peut aussi s'attendre à ce que les espèces moins généralistes dans leurs comportements subissent des répercussions plus importantes. Par exemple, certains canards plongeurs ont un comportement de migration basé sur la photopériode, ce qui les rend plus vulnérables à une désynchronisation avec leur source de nourriture sur leurs aires de nidification. De plus, les canards généralistes ont souvent la capacité de produire une deuxième couvée lorsque la première est détruite, ce qui n'est pas le cas pour toutes les espèces. En termes d'habitat, les espèces qui démontrent une plus grande flexibilité alimentaire, comme celles qui fréquentent les champs agricoles, sont généralement moins sensibles à la qualité des milieux humides que les espèces qui sont exclusivement dépendantes de ces milieux pour se nourrir. Les canards mallards, par exemple, peuvent profiter de grains pour combler leurs besoins énergétiques, alors que les canards plongeurs sont étroitement associés à la qualité des milieux humides qu'ils utilisent et sont conséquemment plus vulnérables à la perte d'habitat et à la disponibilité de ressources alimentaires dans ces milieux. Il en est de même avec la bernache du Canada, qui tire un avantage des milieux agricoles, alors que la bernache cravant fréquente presque uniquement le milieu littoral (Moore *et al.*, 2004). En d'autres mots, les espèces plus spécialistes de milieux qui sont sujets à de fortes détériorations causées par les changements climatiques devraient être priorisées dans les plans de mitigation de ces effets (Case *et al.*, 2015). Dans ce sens, Davey *et al.* (2012) suggèrent que les changements climatiques homogénéiseront les communautés aviaires par l'expansion de l'aire de répartition des espèces plus généralistes, et à l'inverse réduiront le degré de spécialisation de ces communautés.

Il est difficile d'appréhender les répercussions des changements climatiques sur les populations de sauvagine puisque les impacts se feront sentir à différentes échelles géographiques et selon l'écologie de chaque espèce (Small-Lorenz *et al.*, 2013). Il est plus facile d'entrevoir les effets des changements climatiques sur l'habitat de ces espèces (Browne & Hamburg, 2010; Loesh *et al.*, 2012). Dans ce sens, il est primordial d'accorder une grande importance à la conservation des milieux humides dans une perspective de mitigation des effets des changements climatiques, et plus particulièrement durant les moments les plus critiques du cycle écologique de ces espèces. Anticiper l'évolution de la niche écologique pourrait également diriger la prise de décisions par les gestionnaires (Schwartz, 2012; Beever *et al.*, 2016; Peterson *et al.*, 2018). Une gestion adaptative peut permettre de prendre en considération cette incertitude (Nichols *et al.*, 2011; Nicol *et al.*, 2015), ce qui sera abordé dans le chapitre suivant.

Il semble que lors de la migration, les espèces peuvent mieux adapter la fréquentation des haltes migratoires selon leurs besoins. Les populations de sauvagine sont plus particulièrement vulnérables lors de la période de reproduction, et plus spécifiquement durant la période d'élevage des couvées. En ce sens, la disponibilité d'habitats adéquats et le taux de reproduction de la sauvagine expliquent en grande partie la variation des tailles de populations. Il apparaît donc que les habitats de reproduction majeurs comme la région des fondrières des prairies et la forêt boréale sont d'un grand intérêt pour assurer la pérennité de ces espèces.

À cela s'ajoute la qualité d'habitat d'hivernage pour la sauvagine lors de cette autre étape importante de leur cycle de vie. La bonne disponibilité de ressources lors de l'hivernage est bien souvent associée à une bonne condition corporelle en période de migration et de préreproduction. La période hivernale peut être exigeante énergétiquement, particulièrement pour les espèces qui hivernent sur les côtes. Des changements dans la distribution des ressources alimentaires en raison des changements climatiques pourraient donc fortement perturber la dynamique des populations. Il est néanmoins possible pour la sauvagine de se déplacer à la recherche de ressources alimentaires adéquates à cette période, ce qui peut être plus difficile lors de la reproduction.

### **2.3. Effets sociaux potentiels associés**

Les oiseaux migrateurs jouent un grand rôle dans nos sociétés tant économiquement que culturellement. Les répercussions des changements climatiques auront des incidences à plusieurs niveaux, et il est important de prendre ces éléments en considération pour mieux définir les approches de gestion et de conservation nécessaires pour le futur. Cette section vise donc à présenter les effets économiques, cynégétiques, agricoles et culturels potentiels des changements climatiques associés à la relation entre les oiseaux migrateurs et l'homme.

#### **2.3.1. Effets potentiels d'ordre économique**

La chasse à la sauvagine est une activité économique importante en Amérique du Nord. En 2011, la chasse à la sauvagine a généré aux États-Unis 1,5 milliard de dollars américains en retombées économiques, ainsi que 27 348 emplois (USFWS, 2015). Au Canada, ces retombées correspondent à environ 327 millions de dollars annuellement (Federal, Provincial, and Territorial Governments of Canada, 2014). Ces revenus sont générés par les 1,3 million de chasseurs de sauvagine Canadien et

Américains. Le nombre de chasseurs d'oiseaux migrateurs actifs est toutefois en diminution, autant aux États-Unis (Fig. 2.5) qu'au Canada (Fig. 2.6), bien que le gibier abonde (Vrtsika *et al.*, 2013). Les causes de ce déclin n'ont pas été clairement définies, mais les changements dans la structure sociodémographique de la société provoqués par l'exode rural, la croissance de la population extra-urbaine et les modifications de la structure familiale traditionnelle ont été invoqués pour expliquer le déclin du nombre de chasseurs actifs (Heberlein *et al.*, 2002; Watson & Boxall, 2005; Larson *et al.*, 2014).

L'activité de chasse génère des revenus substantiels qui sont bien souvent réinvestis dans la conservation des habitats de la sauvagine. Une diminution du nombre de chasseurs dans une région pourrait avoir des effets négatifs importants puisque les chasseurs présentent généralement un comportement pro-environnemental beaucoup plus développé que le reste de la population (Cooper *et al.*, 2015). Par exemple, dans le rapport annuel du Canada pour la convention de Ramsar, la majorité des efforts de conservation de milieux humides au pays est attribuée au PNAGS (Ramsar, 2018). Aux États-Unis, Vrtiska *et al.* (2013) estiment que la diminution du nombre de chasseurs de 1995 à 2008 par rapport à 1955 à 1994 aurait entraîné une diminution d'environ 125 millions de dollars (USD) en revenus et de 42 500 à 80 900 hectares d'habitats protégés. La chasse contribue également à l'acquisition de connaissances sur les populations de sauvagine (CPNAGS, 2018). Il sera important de ne pas sous-estimer le potentiel de cet outil de gestion dans le contexte des changements climatiques.



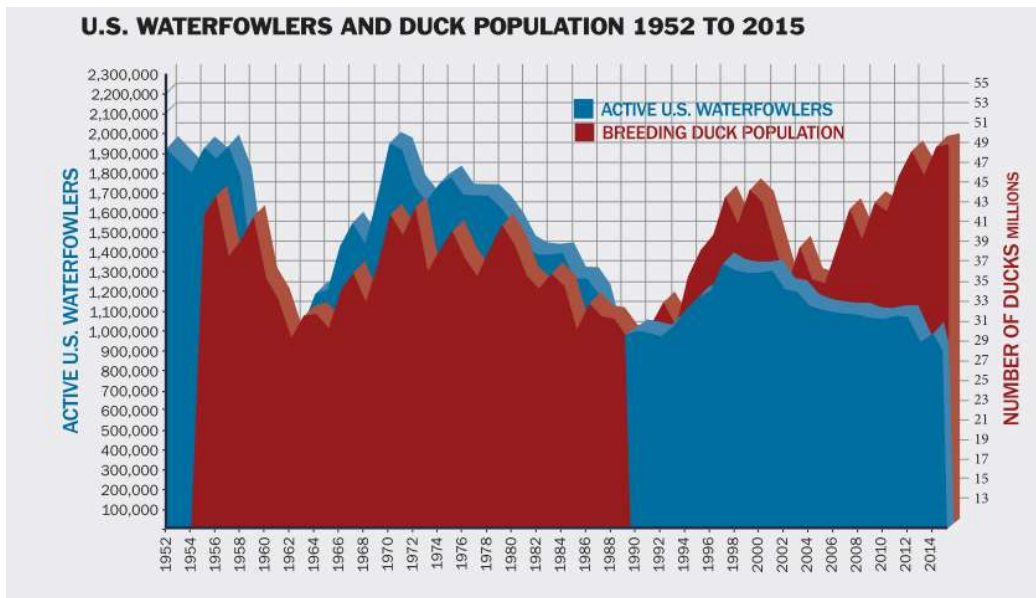


Figure 2.5 Évolution du nombre de chasseurs américains actifs (en rouge) et la taille de population reproductrice de canards en millions (en bleu) entre 1952 et 2015.

Source : Wait (2017).

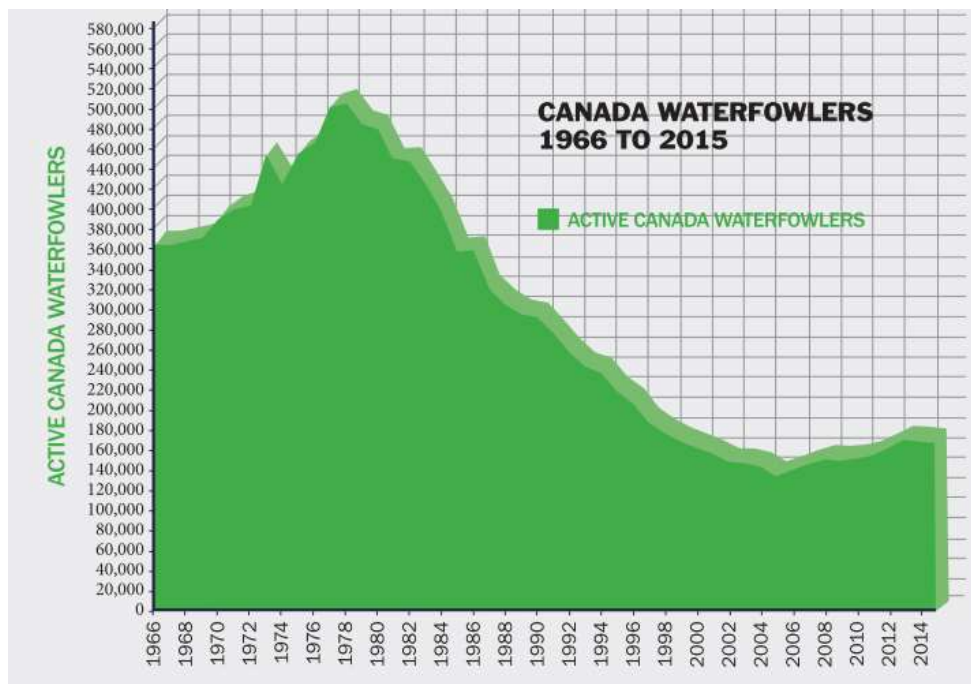


Figure 2.6 Évolution du nombre de chasseurs canadiens actifs entre 1966 et 2015.

Source : Wait (2017).

La chasse aux oiseaux migrateurs n'est pas la seule source de revenus économiques associés à ce groupe d'espèces. La diversité et la beauté de ces espèces, en plus du spectacle qu'elles offrent lors de leur migration, sont souvent recherchés autant par les ornithologues amateurs nord-américains que la population en général. Au Canada, cette activité représente environ 537 millions de dollars annuellement (Federal, Provincial, and Territorial Governments of Canada, 2014). Les ornithologues amateurs sont toutefois beaucoup moins enclins que les chasseurs à dépenser pour supporter les activités de conservation (Cooper *et al.*, 2015; Miller & Ahlers, 2015; Shipley *et al.*, 2019), en particulier les initiatives qui pourraient bénéficier aux chasseurs (Wilkins & Miller 2018; Shipley *et al.*, 2019). Les revenus perdus par la diminution du nombre de licences de chasse et de timbres de conservation vendus ne pourront donc pas être compensés, à moins que les gestionnaires réussissent à convaincre les ornithologues et la population en général d'investir de façon substantielle dans la conservation des milieux humides (McFarlane & Boxall 1996; Adams *et al.*, 1997; Knezevic, 2009). Le déclin persistant du nombre de chasseurs suscite donc de vives inquiétudes quant à l'avenir des programmes de protection d'habitat de la sauvagine (Heffelfinger *et al.*, 2013; Vrtiska *et al.*, 2013).

Les impacts qu'auront les changements climatiques restent difficiles à prévoir à cet égard, bien que la diminution d'habitat potentiel pour la sauvagine puisse se refléter au niveau des milieux fréquentés pour la réalisation de ces activités et donc influencer les apports économiques qui y sont associés. Il en est de même avec le changement de répartition des espèces et leur concentration dans les milieux raréfiés.

### **2.3.2. Chasse**

L'abondance et la distribution des gibiers influencent grandement les opportunités de chasse. Bien que les opportunités de chasse ne soient pas le seul facteur qui influence la satisfaction des chasseurs, cette variable demeure importante pour les chasseurs de sauvagine (Vaske *et al.*, 1986; Schroeder *et al.*, 2006; Bradshaw *et al.*, 2019). Les saisons et la qualité de chasse sont tributaires de la migration entreprise par le gibier. La taille de la population ainsi que les conditions météorologiques régionales peuvent également avoir un effet sur le comportement migratoire et donc par extension sur les opportunités de chasse (Jónsson & Afton, 2015). Dans un contexte où l'on s'attend à des modifications temporelles dans les déplacements et une redistribution

géographique des espèces à l'automne et à l'hiver (Browne & Hamburg, 2010; Noraro *et al.*, 2016; Schummer *et al.*, 2017), on peut s'attendre à ce que les opportunités de chasse soient affectées de manière différente dans les différentes régions géographiques.

Si les espèces visées par la chasse n'entreprennent plus de migration dans les régions du Sud, la quantité de gibier disponible pourrait diminuer sensiblement dans le sud des États-Unis (Green & Krementz, 2008; Schummer *et al.*, 2010; Krementz *et al.*, 2012). Ce fut notamment le cas en 2001, quand les températures inhabituellement chaudes d'automne et d'hiver ont été profitables à la chasse dans les régions situées plus au nord des États-Unis, alors qu'au sud du pays la qualité de chasse était médiocre (Browne & Dell, 2007). Ce phénomène est également appréhendé sur la côte Ouest du continent. Dans la région des grands bassins, Matthews (2008) suggère la possibilité d'un déplacement de la voie migratoire vers des lieux où l'eau est plus permanente, soit vers l'est, ce pourrait alors redistribuer les opportunités de chasse dans la région. Les chasseurs de sauvagine ont tendance à pratiquer leur activité localement et à éviter les longs déplacements (Harshaw, 2018; Slagle *et al.*, 2018) et en conséquence l'industrie de la chasse pourrait être fortement affectée dans certaines régions du sud des États-Unis.

La redistribution de la sauvagine, en réponse aux changements climatiques, risque également de perturber les chasseurs de subsistance qui exploitent les ressources en fonction du savoir écologique traditionnel. De plus, dans les régions plus au nord, où le réchauffement de la température est plus important, la diminution de la banquise risque de réduire l'accessibilité aux sites de chasse pour les peuples autochtones. Il sera donc important de considérer créer certaines aires de conservation pour maintenir la pratique d'activité de subsistance dans le futur (Lovvorn *et al.*, 2018).

### **2.3.3. Agriculture**

À plusieurs égards, les pratiques agricoles influencent la dynamique des populations de sauvagine. En effet, l'irrigation agricole et la conversion des terres ont un impact sur les habitats disponibles et fréquentés par les oiseaux migrateurs. La conciliation entre la conservation des milieux humides et l'agriculture est très importante pour maintenir des populations de sauvagine résilientes ainsi que la santé des écosystèmes qu'elles utilisent. Ceci est particulièrement important dans une perspective de changements climatiques où dans plusieurs régions la gestion de l'eau sera un enjeu majeur pour la conservation des milieux humides.

Plusieurs espèces, telles que les oies et les bernaches du Canada, utilisent les grains ou les pousses dans les champs à des fins alimentaires. Cela peut être un problème lorsque les populations atteignent des tailles importantes, en particulier lorsqu'elles s'alimentent de jeunes pousses printanières comme ce peut être le cas de la grande oie des neiges. L'utilisation de cette ressource entraîne parfois des pertes de rendement agricole et donc des pertes économiques pour les cultivateurs (Anonyme, 2016). La chasse est donc un moyen qui permet de gérer des espèces qui pourraient entraîner des dommages aux terres agricoles et donc contribue à diminuer ces impacts (Ankney, 1996). D'ailleurs, la chasse est un moyen de régulation des populations qui se révèle être particulièrement intéressant dans le cas des espèces qui voient leurs populations croître au point de devenir surabondantes (Koons *et al.*, 2014). Il reste que dans certains cas, la libéralisation de la chasse pour des espèces surabondantes telle que l'oie des neiges n'est pas suffisante afin de contrôler la population (Koons *et al.*, 2019).

#### **2.3.4. Effets potentiels de nature culturelle**

La chasse à la sauvagine est souvent bien ancrée dans les communautés à titre d'activité traditionnelle. Elle permet de se retrouver en plein air, entre amis ou en famille et de partager une activité sportive. Il en est de même pour les communautés autochtones pour lesquelles la chasse aux oiseaux migrateurs est une tradition et une activité de subsistance essentielle (Henri *et al.*, 2010; Krcmar *et al.*, 2010; Lovvorn *et al.*, 2018). Dans certains cas, ces communautés ne font pas seulement que pratiquer la chasse. Elles pratiquent également la récolte d'œufs ou encore de duvet d'eider (Montevecchi *et al.*, 2007). Les changements climatiques vont avoir des répercussions sur l'accessibilité de ces ressources et donc nuire à la pratique des activités traditionnelles, par exemple avec la diminution de la banquise au sein de territoires autochtones (Guyot *et al.*, 2006; Wesche & Chan, 2010; Lovvorn *et al.*, 2018). Les autochtones ont parfois difficilement accès aux gibiers en raison d'une modification de leurs trajectoires migratoires (Wesche & Chan, 2010). Les connaissances détenues par les communautés autochtones sur ces espèces et les observations de changements dans les populations d'oiseaux migrateurs qui nichent dans le Nord sont de plus des éléments qui pourraient contribuer à mieux gérer ces populations et à comprendre les impacts des changements climatiques (Gilchrist *et al.*, 2005; Henri *et al.*, 2010). La participation des communautés autochtones dans le suivi des impacts des changements climatiques est donc très importante (Gilchrist *et al.*, 2005; Henri *et al.*, 2010), comme c'est le cas pour la Société des eiders

de l'Arctique qui collabore avec les Inuits et les Cris dans la Baie d'Hudson afin d'étudier les effets des changements environnementaux sur les eiders, entre autres. Il en est de même pour plusieurs autres organismes autochtones dont la raison d'être est la protection des milieux humides, des oiseaux migrateurs ou encore la promotion de l'activité de subsistance. Il est donc important de considérer la relation culturelle et de subsistance des autochtones avec la sauvagine dans les stratégies de gestion des oiseaux migrateurs.

#### **2.4. Conclusion**

Les changements climatiques auront des répercussions à de multiples niveaux et vont influencer la dynamique des populations en fonction de la localisation géographique et de l'écologie des espèces. Les modifications de répartition et d'abondance de ces gibiers influenceront également le potentiel cynégétique qui leur est associé. La gestion de la sauvagine en Amérique du Nord doit être en mesure de considérer ces répercussions à l'échelle du continent dans la diversité de biomes qui le compose. Les réponses et l'adaptation des sociétés face aux changements du climat devraient donc viser à alléger les pressions supplémentaires sur ces espèces et leurs habitats.

## **Chapitre 3**

### **Stratégies d'adaptation**

Plusieurs initiatives de conservation d'espèces et d'habitats ont été mises en place à l'échelle mondiale à la suite des constats de leurs déclin ou des problématiques les affectant. De ce fait, l'acquisition de connaissances, la création d'aires protégées, la restauration d'habitat, la mise en place de contrôle législatif, de plans de conservations coopératifs, ou encore de conventions internationales ont permis plusieurs avancées dans le domaine de la conservation. Néanmoins, les changements climatiques vont avoir une incidence sur l'efficacité des stratégies de gestion et de conservation existantes. Ainsi, les effets des changements climatiques sur l'environnement représentent de nouvelles sources potentielles de perturbations pouvant affecter les populations d'oiseaux migrateurs ainsi que leurs habitats. Dès lors, il est important de prendre en considération cette éventualité et d'intégrer une perspective adaptative dans l'élaboration de stratégies de gestion et de conservation à long terme. L'adaptation est définie par le GIEC (2007) comme un «ajustement du système naturel ou anthropique en réponse aux stimuli et aux effets actuels ou envisagés des Changements climatiques de sorte à les mitiger ou encore à en tirer un avantage ». Les mesures de conservation doivent donc désormais être élaborées et mises en place dans un contexte où il persiste de l'incertitude associée aux impacts des changements de conditions environnementales. La présente section expose des stratégies adaptatives de gestion et de conservation des oiseaux migrateurs dans la perspective des changements climatiques, et ce en fonction du caractère migrateur de ce groupe d'espèces. De plus, cette section mettra de l'avant des méthodes de sélection pour orienter la prise de décisions et la mise en place de mesures de gestion et de conservation dans un contexte d'incertitude.

#### **3.1. Loi et politique**

Le partenariat de gestion collaborative des oiseaux migrateurs de l'Amérique du Nord entre les États-Unis, le Canada et le Mexique, mis en place afin d'assurer la conservation à long terme de ces espèces, a déjà démontré qu'il permettait d'améliorer l'état de ces populations (Anderson *et al.*, 2018a). Cet outil de gestion, qui compte plusieurs années d'expérience, peut encore être amélioré et utilisé dans la gestion de ces espèces et leurs habitats dans un contexte environnemental en évolution.

### **3.1.1. Intégration des espèces dans les plans de lutttes aux changements climatiques**

Dans une perspective plus large, les trois pays ont également pris des engagements au sein de conventions internationales qui intègrent la perspective des changements climatiques, comme Ramsar et la Convention sur la diversité biologique. Ainsi, la conservation des oiseaux migrateurs devrait bénéficier des stratégies et mesures qui ont été élaborées ou mises en place dans le cadre de ces conventions internationales.

De manière générale, chacun des trois pays de l'Amérique du Nord s'est fixé des objectifs pour lutter contre les changements climatiques, ainsi que des objectifs et stratégies en termes d'adaptation aux changements climatiques (Gouvernement du Canada, 2011; National Fish, Wildlife and Plants Climate Adaptation Partnership [NFWPCAP] (2012); SEMARNAT, 2013). Les États-Unis ont mis en place une stratégie nationale d'adaptation climatique pour les poissons, la faune et les plantes (NFWPCAP) en 2012 (NFWPCAP, 2012). Le but de la démarche est d'orienter les prises de décision de sorte à favoriser l'adaptation de la biodiversité aux changements climatiques. L'objectif premier de cette stratégie est la conservation de l'habitat et de la connectivité. Un autre objectif visé par cette stratégie est de considérer les changements climatiques dans l'élaboration des plans de gestion et de programmes associés à la conservation d'habitat ou d'espèces, notamment le PNAGS (NFWPCAP, 2012).

L'élaboration de ces stratégies d'adaptation aux changements climatiques représente un potentiel pour la conservation de la sauvagine, et passe par l'intégration des besoins de ces espèces (Robinson *et al.*, 2009; Anderson *et al.*, 2018a). Dans ce sens, l'atteinte des objectifs de conservation des oiseaux migrateurs dépendra de l'intégration des mesures supplémentaires dans des objectifs plus larges comme la gestion des milieux humides pour limiter les inondations ou encore la protection des milieux côtiers. En effet, ces stratégies d'aménagement présentent des bénéfices sociétaux et économiques qui dépassent le cadre de la gestion des oiseaux migrateurs, ce qui devrait stimuler leur application (Robinson *et al.*, 2009). Toutefois, sans la considération des besoins de la sauvagine ou d'autres espèces fréquentant ces mêmes habitats, les mesures de mitigation mises en place pourraient perdre de leur pertinence et de leur efficacité. Par exemple, l'installation de barrières contre l'érosion induite par le rehaussement du niveau océanique pourrait avoir l'effet de restreindre encore plus l'habitat intertidal côtier qui est utilisé par plusieurs espèces de canards

(Robinson *et al.*, 2009; Von Holle *et al.*, 2019). Afin de favoriser l'adaptation de la faune, mais aussi pour respecter les engagements internationaux prévus à cet effet, ces derniers devraient être intégrés dans l'élaboration des plans d'adaptation et de résilience aux changements climatiques de la société. La NFWPCAP des États-Unis est d'ailleurs une bonne initiative dans ce sens.

### **3.1.2. Limite législative**

Il est convenu dans *La Convention sur les oiseaux migrateurs entre les États-Unis et le Canada* que la gestion de ces espèces doit être gérée à l'échelle internationale et qu'il faut conserver les populations d'oiseaux migrateurs en bon état, tout en protégeant les habitats nécessaires à cette fin (*Loi de 1994 sur oiseaux migrateurs*). Toutefois, ni la *Loi de 1994 sur la convention concernant les oiseaux migrateurs*, ni le *Règlement sur les oiseaux migrateurs* n'intègrent directement la protection de l'habitat. Cette situation découle du fait qu'au Canada et aux États-Unis, la gestion des ressources naturelles sur le territoire relève de la compétence des provinces et états. La législation fédérale issue de la Convention visant une gestion des oiseaux migrateurs à l'échelle internationale a donc une portée limitée sur la gestion des habitats. À travers le continent, le niveau de protection d'habitat est donc variable. Les lois à l'échelle nationale correspondent toutefois à des lignes directrices importantes. Cependant, malgré les initiatives internationales, nationales, et locales, la perte d'habitat de la sauvaginea toujours lieu, bien que le rythme de disparition ait ralenti (Landgrave & Moreno-Casasola, 2012; Dahl & Stedman, 2013; Serran *et al.*, 2018). Il devient donc intéressant d'explorer brièvement certaines limites de ces politiques.

Aux États-Unis par exemple, il existe le programme de réserve de conservation du Département de l'agriculture. Celui-ci octroie des fonds aux propriétaires fonciers afin de conserver leurs terres et des milieux humides (Anderson & Padding, 2015). Ce genre de programme est une bonne option pour la conservation des oiseaux migrateurs, particulièrement dans le cas de la région des prairies où il y a une forte productivité de sauvagines (Reynolds *et al.*, 2007; Anderson & Padding, 2015). En 2008, plus de 16 millions d'hectares étaient ainsi conservés, mais un changement dans les ressources octroyées au programme a contraint une réduction de 18 % de la superficie d'habitat conservée (Browne & Hamburg, 2010). Au début de 2019, environ neuf millions d'hectares étaient conservés par ce programme (United States Department of Agriculture [USDA], 2019), alors que le maximum autorisé est de 10 millions d'hectares (United States Senate Committee on Agriculture,



Nutrition, & Forestry [USSCANF], 2018). Outre la diminution de 6 millions d'hectares entre 2008 et 2019, le principe de ce programme gouvernemental pourrait être bénéfique ailleurs en Amérique du Nord. Il existe bel et bien des initiatives d'ententes similaires avec des propriétaires terriens par l'entremise d'organismes à but non lucratif (Anderson & Padding, 2015). Ces programmes sont toutefois limités par les fonds disponibles et les montants offerts aux propriétaires pour la protection et la conservation des milieux humides souvent inférieurs aux montants que les propriétaires peuvent obtenir pour d'autres actions que la conservation (Anderson & Padding, 2015).

Parallèlement, certaines politiques mises en place pour conserver l'habitat des oiseaux migrateurs sont considérées comme des freins au développement d'autres activités. Dans ce sens, toujours aux États-Unis, plusieurs cas de milieux humides protégés par la Loi sur la qualité de l'eau (*Clean Water Act* [CWA]) ont été contestés devant les tribunaux, ce qui a mené à une diminution de la protection juridique de milieux humides d'importance pour la sauvagine (Browne & Hamburg, 2010; Anderson & Padding, 2015). Cela démontre que le pouvoir législatif permettant la conservation de l'habitat connaît parfois des limites importantes. Browne & Hamburg (2010) suggèrent de remettre le niveau de protection de l'habitat par l'entremise du CWA au même niveau qu'avant 2001, où une meilleure protection était assurée. Par ailleurs, cela illustre également le reflet du niveau de volonté des États par rapport à leurs responsabilités juridictionnelles en matière de conservation de l'habitat. Par exemple, un programme de conservation des prairies naturelles (*Sodsaver*) est devenu facultatif dans cinq États des prairies à la suite d'une décision du congrès, ce qui représente une perte potentielle d'habitat supplémentaire (Browne & Hamburg, 2010). Un niveau d'engagement variable entre les différentes juridictions peut ainsi limiter l'atteinte des objectifs de conservation des populations d'oiseaux migrateurs. Afin de favoriser la pérennité des populations de sauvagine, il serait intéressant d'évaluer le niveau d'engagement politique des différents États, provinces et territoires. Ceci est particulièrement important dans les régions d'importances majeures pour la sauvagine à l'heure actuelle, mais aussi pour celles qui le seront selon les prévisions de changements du climat. Ainsi, les autorités législatives pourraient mettre des efforts d'amélioration de la protection de l'habitat d'un point de vue législatif de manière plus ciblée et donc plus efficace à long terme.

De plus, malgré les ambitions de conservation de ce programme de financement gouvernemental américain, il y a également une certaine incohérence dans les décisions politiques par rapport à la conservation des habitats. Par exemple, aux États-Unis plusieurs programmes de subventions agricoles fédérales assurent le dédommagement pour des pertes de production, ce qui a pour effet de stimuler l'agriculture sur des portions de terres moins propices, et ce, au détriment de la conservation et des objectifs des programmes, comme celui de la réserve de conservation du Département de l'agriculture (Browne & Hamburg, 2010). L'effet antagoniste entre types de subventions devrait être mieux considéré pour favoriser l'efficacité des efforts de conservation, et mériterait surtout d'être évalué dans une perspective à plus long terme en tenant compte des changements climatiques. Par exemple, l'octroi de subventions visant la stimulation de l'agriculture sur les terres moins propices devrait considérer les perspectives d'impacts des changements climatiques à l'échelle locale et entrevoir l'évolution du territoire à plus long terme. Cette démarche pourrait être réalisée par l'intégration des différents types de subventions dans un plan stratégique d'aménagement du territoire, dans le cadre duquel des intervenants de la gestion de la faune seraient impliqués.

### **3.1.3. Implication du public**

Les réussites du PNAGS depuis sa création sont en partie associées à l'implication des citoyens (Anderson & Padding, 2015). La continuité de cette participation est un facteur essentiel pour favoriser la conservation de la sauvagine et de ses habitats dans le futur (CPNAGS, 2018). Il reste que la modernisation de la société a réduit la proximité de la population avec la nature et diminué l'intérêt que porte la population à sa protection (Parc Canada, 2014; Kellert *et al.*, 2017). Cette nouvelle réalité limite la participation des citoyens à la conservation des milieux naturels et de la faune (Anderson & Padding, 2015; CPNAGS, 2018). La mise à jour du PNAGS mise d'ailleurs sur le renforcement de l'engagement du public envers la conservation des milieux humides afin de continuer l'atteinte de ses objectifs (CPNAGS, 2018; Roberts *et al.*, 2018). Les mesures de conservation mises en place doivent être adaptées aux contextes sociaux, sans quoi des problématiques apparaîtront (Gutiérrez *et al.*, 2016). Par exemple, la protection de l'habitat de la faune et l'accessibilité de la chasse sont des moyens pour favoriser l'implication des chasseurs envers la conservation (Anderson & Padding, 2015). La diminution du nombre de chasseurs signifie aussi une diminution de la participation directe du public à la conservation. La promotion de la

pratique de la chasse à la sauvagine auprès de la relève par Delta Waterfowl ou encore l'existence d'une saison de chasse particulière réservée à la relève sont autant de mesures qui favorisent le recrutement de nouveaux chasseurs.

Une stratégie complémentaire est la sensibilisation du public à la conservation des milieux humides pour favoriser un rapprochement entre la population et la nature, tel que prôné par *Canards Illimités*. *The Cornell Lab of Ornithology* a développé des projets visant à susciter la participation du public à l'acquisition de données. Le projet eBird par exemple, permet aux ornithologues amateurs d'enregistrer et de partager leurs observations d'oiseaux en ligne, ce qui alimente une base de données qui peut ensuite être utilisée par les chercheurs et les gestionnaires. Engager le public dans la conservation des milieux humides représente un défi important (CPNAGS, 2018), mais il demeure un outil nécessaire pour assurer la pérennité des espèces de sauvagines. Le rôle complémentaire que jouent les différentes organisations est essentiel afin de susciter l'intérêt du public.

### **3.2. Surveillance et planification**

L'une des forces du PNAGS est son implication au niveau politique et sa capacité à mettre en place des mesures à l'échelle locale (Anderson *et al.*, 2018b). Ainsi, les plans conjoints d'habitats et d'espèces particulières représentent des outils très prometteurs dans le cadre des changements climatiques puisqu'ils sont appliqués à une échelle plus régionale, et donc plus susceptible de susciter l'implication et la participation de plusieurs niveaux de gouvernement, d'OSBL, de propriétaires fonciers, de chasseurs, de citoyens et d'entreprises (Anderson *et al.*, 2018b). La réalisation de plans à l'échelle régionale permet également une plus grande flexibilité afin de diriger les ressources directement vers les problèmes locaux. En ce sens, la structure du PNAGS est l'antidote à la complexité des impacts des changements climatiques identifiés dans le chapitre 2 et permet de travailler à contrecarrer les effets des changements climatiques à une échelle locale tout en maintenant une coordination à l'échelle internationale. Pour atteindre ses objectifs, le PNAGS doit toutefois considérer la perspective des changements climatiques dans la planification de ses opérations, de sorte à développer des mesures de mitigation par rapport à certains impacts anticipés (Clark *et al.*, 2001; Petchey *et al.*, 2015). Il doit également s'assurer de bien coordonner les efforts des organisations gouvernementales qui sont les principaux responsables de la surveillance

et de la planification entourant les populations de sauvagines et leurs habitats, notamment à travers les programmes de suivis instaurés tel qu'abordé au point 1.1.

### **3.2.1. Programme de suivis des populations**

L'acquisition de connaissances concernant les populations est un élément clé qui permet de mieux en comprendre la dynamique (Nichols & Williams, 2006; Koons *et al.*, 2017; Arnold *et al.*, 2018; Roberts *et al.*, 2018, Roy *et al.*, 2019). Cependant, l'acquisition de données est limitée pour les territoires difficilement accessibles comme la forêt boréale et l'Arctique, où des impacts importants des changements climatiques sont attendus. Ceci est d'autant plus préoccupant que les changements climatiques apporteront avec eux leur lot de répercussions pouvant modifier la portée des méthodes de suivi. La capacité d'adapter ces méthodes de suivi s'avère donc un enjeu important. Par exemple, le maintien des activités de suivi permet de comparer les tendances avec les données historiques et d'évaluer le changement dans la dynamique de population en fonction des modifications de l'environnement (Roy *et al.*, 2019). Cependant, une modification de la distribution d'une espèce en fonction des changements de l'environnement induits par le climat pourrait induire un biais dans l'estimation des tailles de population si des efforts de suivi supplémentaires ne sont pas réalisés dans les nouvelles portions de l'aire de distribution. Le développement de nouveaux programmes de suivis des populations de sauvagine afin de pallier ces lacunes potentielles représente toutefois des coûts supplémentaires et limite ce type d'initiatives. Néanmoins, des ressources supplémentaires devraient être octroyées pour l'acquisition de ces connaissances brutes. Le cas échéant, les programmes de suivis pourraient ne plus être suffisants pour bien connaître l'état des populations de sauvagine et leurs dynamiques de population afin de favoriser une gestion adéquate. C'est particulièrement important dans le cas d'espèces surabondantes comme l'oie des neiges, ou encore d'espèces plus fragile comme l'eider de Steller. Des mesures de suivi plus efficaces devront être entrevues pour contrôler les populations qui pourraient devenir surabondantes ou le sont déjà, ce qui diminue la résilience d'écosystèmes fragilisés par les changements climatiques, comme c'est le cas pour l'Arctique (Abraham *et al.*, 2005).

Le recours aux nouvelles technologies fait partie de l'adaptation de la gestion et de la conservation de la sauvagine. Ces nouvelles technologies représentent des outils favorisant l'acquisition de

connaissances dont l'accessibilité est récente. Par exemple, Roy *et al.* (2019) présentent une méthode permettant une meilleure utilisation des données acquises antérieurement qui pourrait renforcer l'utilisation des jeux de données pour prédire l'impact des changements climatiques sur les populations d'oiseaux. L'intégration de nouvelles technologies permet aussi de mieux comprendre les relations entre l'habitat et la dynamique de population (Clark *et al.*, 2009) et de mieux planifier les mesures de conservation à plus grande échelle (Sedinger & Alisauskas, 2014; Arnold *et al.*, 2018). L'utilisation de technologie récente, telle que les émetteurs satellites, permet maintenant de suivre avec précision les déplacements des individus. Les informations recueillies peuvent ensuite être employées pour discerner des tendances de migration des populations, et ce de manière plus efficace que le baguage, ou encore de mieux identifier les sites clés fréquentés durant la migration. Par exemple, les émetteurs satellitaires ont permis d'acquérir des informations clés sur les mouvements migratoires à travers la diversité d'habitats fréquentés durant le cycle de vie d'espèces comme les canards de mer (De la Cruz *et al.*, 2009; Perry *et al.*, 2012), le canard pilet (Miller *et al.*, 2005; Zhao *et al.*, 2019a) et le mallard (Krementz *et al.*, 2012). Les informations colligées durant ces programmes de recherche peuvent ainsi favoriser l'adaptation ou l'élaboration de plan de suivis.

Dans tous les cas, les programmes de suivis sont essentiels pour assurer une bonne gestion de la sauvagine dans le contexte des changements climatiques. Ces suivis sont nécessaires au PNAGS et aux gestionnaires responsables afin de valider l'atteinte des objectifs fixés ou de les réorienter. Les gestionnaires devront s'assurer de mettre en place de nouveaux programmes de suivis prenant en considération l'évolution des habitats à plus long terme dans le contexte des changements climatiques. Les avancements technologiques représentent un grand potentiel d'informations qui permettront aux gestionnaires de mieux orienter l'adaptation des programmes de suivis des populations de sauvagines.

### **3.2.2. Suivis de l'état des habitats**

Le suivi de l'état des habitats est entrepris par les gouvernements à travers différents programmes, mais aussi par les universités ou encore par l'entremise du PNAGS (CPNAGS, 2018). Le suivi de l'état des habitats est souvent limité, sans s'y restreindre, par la quantité de données disponibles tant à

l'échelle géographique que temporelle, par l'accessibilité au territoire, par l'intérêt suscité par le type d'habitat auprès des chercheurs et par le financement (Roy *et al.*, 2019).

De nombreuses recherches sont entreprises afin d'acquérir des connaissances sur les processus écosystémiques. Dans un contexte où les particularités des écosystèmes sont parfois mal comprises ou encore peu connues, ce type de recherches s'insère dans les suivis des habitats. Elles peuvent démontrer que certains facteurs sont plus significatifs que prévu. Par exemple, la compréhension de l'importance du cycle hydrologique des fondrières des prairies sur leur productivité est relativement récente et influence grandement le fonctionnement de l'écosystème (Walker *et al.*, 2013b). Les écosystèmes moins étudiés, comme la forêt boréale et l'Arctique, sont importants pour la sauvagine et pourtant peu de données historiques existent concernant la dynamique de ces habitats. Bien que le nombre d'études qui s'y intéressent soit en augmentation, le manque de données à long terme risque de compromettre le développement de stratégies de mitigation. Des programmes de suivis d'habitat devraient donc être élaborés rapidement pour tenir compte des répercussions anticipées des changements climatiques. Une mise en place rapide favoriserait un meilleur suivi de l'évolution de ces habitats dans le futur dans le contexte des changements climatiques. Tout comme pour les suivis de populations, les nouvelles technologies devraient favoriser une orientation stratégique des suivis des habitats, notamment par les informations fournies par les photos ou images radars et satellites.

Pour pallier certaines limitations, une approche collaborative telle qu'elle est déjà entreprise sera essentielle. La collaboration entre diverses institutions telles que les universités et les gestionnaires est primordiale. La participation des communautés autochtones est clé car elle permet de recueillir des informations sur des territoires difficilement accessibles, et où peu de données sont actuellement disponibles comme dans la forêt boréale et l'Arctique. La Société des eiders de l'Arctique est un bon exemple de recherche communautaire qui devrait être émulé. La collaboration des acteurs œuvrant dans d'autres domaines, comme l'agriculture ou l'industrie forestière, sera également nécessaire afin d'approfondir les connaissances par le partage d'informations.

Grâce au PNAGS, les gestionnaires bénéficient déjà d'une structure bien établie pour favoriser une coopération entre les différents intervenants. Les plans conjoints d'habitats permettront également de faire le pont entre les différentes échelles géographiques de gestion. Le suivi des habitats sera

nécessaire pour entrevoir les effets des modifications des habitats sur les dynamiques de population, de même que pour orienter de nouvelles recherches dans le domaine. Certains types d'habitat sont déjà identifiés comme vulnérables aux effets des changements climatiques et les implications qui en retournent peuvent être estimées, notamment la perte de milieux humides côtiers et d'habitat insulaires en raison de la montée du niveau des océans (Browne & Hamburg, 2010; Borchert *et al.*, 2018; Von Holle *et al.*, 2019). D'ailleurs, un outil de modélisation de l'évolution de l'habitat côtier en fonction du niveau de l'océan est actuellement en préparation par le Plan conjoint d'habitat de la côte du Pacifique (PCHP). Celui-ci devrait leur permettre de mieux cibler les endroits à prioriser pour la conservation dans l'optique de maintenir une quantité d'habitat côtier suffisante dans le futur. Il sera important d'émuler cette initiative et de suivre cette évolution à l'échelle du continent afin d'élaborer des stratégies de conservation des habitats qui permettront de soutenir à long terme des populations de sauvagine résilientes.

### **3.2.3. Validation de l'atteinte des objectifs et évaluation de l'efficacité des mesures**

Le fonctionnement du PNAGS intègre des cibles de taille de population ainsi que des priorités stratégiques à l'échelle de l'Amérique du Nord (CPNAGS, 2018). Les différentes organisations sous-jacentes du PNAGS, telles que les plans conjoints d'habitats et les organisations de voies migratoires, se fixent également des objectifs et des stratégies à différentes échelles pour y parvenir. L'évaluation de l'atteinte de ces objectifs est importante afin de déterminer l'efficacité des mesures. Pour ce faire, les suivis des populations et des habitats sont indispensables pour l'évaluation des objectifs qui s'y rattachent. Ce processus correspond à une stratégie de gestion adaptative, où les mesures mises en place sont continuellement évaluées et renforcées en fonction des nouvelles connaissances, des résultats et des objectifs (Williams *et al.*, 1996). Cela favorise implicitement l'amélioration continue des stratégies. Nichols *et al.* (2011) considèrent que le système de gestion adaptatif des ressources est la méthode de gestion la plus appropriée au contexte des changements climatiques et de l'incertitude qui s'y rattache.

Ce faisant, cette forme de gestion adaptative entreprise par les gestionnaires par l'entremise du PNAGS représente déjà une force pour l'adaptation de la gestion et de la conservation de la sauvagine en Amérique du Nord. Rappelons notamment les mises à jour relativement fréquentes du PNAGS, ou encore la publication de rapports annuels concernant l'état des populations d'oiseaux

par le Canada et les États-Unis. Cependant, tel que discuté aux points 3.2.1 et 3.2.2, encore faut-il que les gestionnaires aient accès aux informations adéquates afin de pouvoir appliquer cette gestion adaptative de manière efficace. Ce mode de gestion doit être priorisé, et il serait judicieux d'y inclure davantage d'anticipation face aux changements climatiques.

### **3.3. Gestion de la récolte et modélisation de la dynamique de population**

La gestion des récoltes vise le maintien de bonnes opportunités de chasse et est principalement orientée vers une récolte de 98% du rendement maximum soutenu. Aux États-Unis, la gestion de l'activité de chasse est réalisée dans un cadre de gestion adaptatif des récoltes, soit le programme *Adaptive Harvest Management* (AHM) (Johnson *et al.*, 2015). Ce type de gestion, mis en place en 1995, tente de fournir une structure objective pour la prise de décision concernant les prélèvements cynégétiques dans un contexte d'incertitude et d'un manque d'information concernant la dynamique des populations de sauvagine (Williams & Johnson, 1995; USFWS, 2005, Anderson *et al.*, 2018a). Ce processus permet ainsi de concilier la réglementation et la science de manière transparente, cohérente et rigoureuse (Johnson *et al.*, 2015). Nichols *et al.* (1995) recommandaient d'ailleurs l'utilisation de méthodes de gestion adaptative afin d'assurer une bonne gestion à court terme, mais également afin de diminuer les effets associés à l'incertitude et ainsi assurer des populations en bon état pour le futur.

Au Canada, en 2017, la récolte de sauvagine était estimée à environ 2 millions d'individus (Gendron & Smith, 2019). C'est donc dire que la récolte canadienne représente environ 11% de la récolte nord-américaine puisque la récolte aux États-Unis est estimée à environ 16 millions d'individus (Raftovich *et al.*, 2018). L'encadrement de la chasse y est réalisé en fonction de modèles de population plus simples que les modèles de gestion adaptative utilisés aux États-Unis. L'objectif est de déterminer le seuil optimal entre la récolte potentielle et la conservation de l'espèce en fonction des tailles de populations. Seul le canard noir bénéficie d'un plan de gestion adaptatif des prises puisque le Canada et les États-Unis visent à établir une récolte équitable entre les deux pays (Ringelman & Williams, 2018). Dans l'ensemble, la gestion des récoltes devrait s'adapter en fonction des réponses des populations de sauvagines aux changements climatiques puisque l'accent est mis sur le rendement maximum soutenu. Des quotas plus conservateurs pourront donc être établis si des espèces sont jugées à risque comme c'est déjà le cas pour certaines espèces (Canadian Wildlife



Service Waterfowl Committee, 2020). Par exemple, au Canada, le taux de récolte permis est revu tous les deux ans en fonction de l'état des populations et est particulier aux unités de gestion divisant le territoire. Ainsi, des mesures particulières peuvent être appliquées en fonction de la localisation géographique des sous-populations et de leur distribution en migration telles que les mesures restrictives anticipées pour la population Atlantique de bernache du Canada au Québec et en Ontario pour la saison 2020-2021.

Les gestionnaires bénéficient donc d'un système de gestion des récoltes prometteur dans le contexte des changements climatiques, tant que les connaissances sur lesquelles ces décisions sont suffisamment justes et intègrent l'anticipation des effets des changements climatiques. Une gestion basée sur le rendement maximum soutenu comporte des risques de surexploitation dans le cas d'une mauvaise interprétation de la dynamique de population, ce qui est accentué dans un contexte d'incertitude face aux changements climatiques, en raison des effets inconnus de certains paramètres sur la dynamique de population. Les gestionnaires devront être attentifs aux tendances populationnelles des espèces de sauvagine et à l'évolution des habitats à l'égard des effets des changements climatiques pour assurer le maintien d'activités cynégétiques futures qui soient de qualité.

### **3.3.1. Modèles de population**

Les seuils de récolte potentiels sont basés sur des modèles de dynamique de population qui sont mis à jour en fonction des prédictions et des observations selon les différents paramètres évalués (USFWS, 2005). Aux États-Unis, le processus de modélisation a initialement été instauré pour déterminer les taux de récolte du canard mallard. Quatre modèles sont utilisés et comparés de façon à mieux comprendre la dynamique de population. Ces modèles sont ensuite adaptés en fonction de leur qualité de prédiction de taille de population par rapport à la taille de population observée. D'année en année, les modèles ont ainsi évolué et permis d'adapter le taux de récolte (USFWS, 2005; Anderson *et al.*, 2018a).

Déterminer le taux de récolte par un modèle basé sur le canard mallard représente toutefois un problème puisque cette espèce n'est pas représentative des autres espèces récoltées par rapport à son histoire de vie, à son aspect généraliste et à son comportement migratoire (Johnson *et al.*, 2019). Des révisions des modèles de gestion des récoltes de canards utilisant plusieurs espèces sont

également en cours (exemple Johnson *et al.*, 2019). Ainsi, la représentativité de ces modèles par groupe d'espèces va être améliorée. Dans ce sens, il est possible qu'en Atlantique le canard mallard soit géré avec son propre modèle, alors que le canard branchu, la sarcelle à ailes vertes, le garrot à œil d'or ainsi que le fuligule à collier seront gérés par un même modèle (Daraïche & Bouchard, 2018). Johnson *et al.* (2019) soulèvent le fait que le garrot à œil d'or est moins productif que ces autres espèces et il pourrait y avoir un risque de surexploitation de l'espèce. Les suivis et la modélisation des populations impliquent toutefois beaucoup d'incertitude. Par exemple, Anderson *et al.* (2018a) mentionnent que la taille des populations est sous-estimée lors des inventaires aériens, alors que ce biais peut avoir une incidence sur les mesures d'encadrement mises en place pour la gestion des activités cynégétiques (Padding & Royle, 2012). Dans le contexte des changements climatiques, l'amélioration continue des modèles de populations s'avèrera nécessaire afin de mieux faire face à l'incertitude.

### **3.3.2. Modélisation de la dynamique de population**

Les informations concernant les populations d'oiseaux migrateurs, obtenues entre autres par l'entremise d'inventaires, de baguages d'oiseaux, ou encore de récoltes permettent de mieux comprendre la dynamique des populations et sont d'ailleurs utilisées dans l'élaboration des modèles de populations (Koons *et al.*, 2017; Arnold *et al.*, 2018; Zhao *et al.*, 2019b). Ces modèles servent généralement à identifier les variables qui ont une incidence importante sur les dynamiques de populations telles que la quantité de précipitations, le nombre de fondrières des prairies, la densité des populations, etc. (Conroy *et al.*, 2002; Ward *et al.*, 2005; Drever *et al.*, 2012; Walker *et al.*, 2013a; Osnas *et al.*, 2016 ; Arnold *et al.*, 2018; Clausen *et al.*, 2018; Zhao *et al.*, 2019a). De plus, de nouvelles méthodes quantitatives permettent de mieux cerner les effets du climat, de la prédation, de la relation densité dépendante ou de mortalité importante comme celle des canards pilets en terres cultivées sur la dynamique des populations (Ross *et al.*, 2015; Osnas *et al.*, 2016; Specht & Arnold, 2018; Duncan & Devries, 2018; Zhao *et al.*, 2019a). Les variables qui ont démontré des effets significatifs sur les populations peuvent par la suite être ajoutées aux modèles de gestion à mesure de leur acquisition. Les données de plusieurs programmes de recherche peuvent désormais être combinées dans des modèles de population intégrés pour informer les paramètres démographiques des modèles de populations (Arnold *et al.*, 2018; Saunders *et al.*, 2018; Zipkin & Saunders, 2018; Zhao *et al.*, 2019a).

L'acquisition de ces connaissances et l'amélioration des modèles permettent ainsi de mieux orienter les méthodes de gestion par rapport à la sélection d'habitat et la dynamique des populations (Osnas *et al.*, 2014; Anderson *et al.*, 2018a; Arnold *et al.*, 2018; Zhao *et al.*, 2019b). L'incertitude qui émane des prédictions des changements climatiques représente toutefois un défi particulier dans la gestion des espèces de gibier. Les modèles de population sont généralement basés sur l'équilibre à long terme des paramètres qui affectent la dynamique de population (Anderson *et al.*, 2018a). Cependant, une incertitude importante à travers ces modèles peut être induite dans la mesure où les effets des changements climatiques apportent un déséquilibre dans les facteurs environnementaux (Williams & Jackson, 2007; Williams & Brown, 2014; Anderson *et al.*, 2018a). Si la vitesse des changements de ces facteurs clés est similaire à l'acquisition de connaissances par l'entremise de la gestion adaptative, Nichols *et al.* (1995) considèrent que l'apprentissage est alors presque impossible. La participation et l'interaction de tout les acteurs et gestionnaires devient donc nécessaire afin de permettre une acquisition de connaissances adéquate par rapport à la vitesse des changements.

### **3.3.3. Modélisation des impacts des changements climatiques sur les oiseaux migrants**

La modélisation des impacts des changements climatiques sur les oiseaux migrants serait un atout pour les gestionnaires (Langham *et al.*, 2015). Certaines études ont déjà tenté de quantifier ces impacts (Steen *et al.*, 2014; Christie *et al.*, 2018; Lange *et al.*, 2018), bien qu'il existe beaucoup d'incertitude à l'égard des répercussions potentielles sur l'habitat et sur les différentes espèces d'oiseaux migrants (Anderson *et al.*, 2018a; Stralberg *et al.*, 2019). La plupart des modèles développés à ce jour portent toutefois sur les changements potentiels dans la distribution des espèces et non sur la dynamique des populations. Pour combler cette lacune, des modèles de dynamique de population devront être élaborés de manière à prendre en compte ces impacts sur les populations. Pour ce faire, des variables supplémentaires doivent y être intégrées afin de mieux estimer les répercussions et d'orienter la sélection de meilleures stratégies de gestion et de conservation (Clark *et al.*, 2001; Cressie *et al.*, 2009; Petchey *et al.*, 2015; Zipkin, & Saunders, 2018; Saunders *et al.*, 2018; Zhao *et al.*, 2019b). Dans le cas des espèces migratrices sur de longues distances, Gauthier *et al.* (2016) soulignent l'importance de considérer les effets des changements climatiques tout au long de leur cycle de vie étant donnée la grande variabilité des effets à l'échelle

du continent. L'incertitude des prédictions persiste à travers la modélisation, particulièrement dans les prédictions à long terme, et l'interprétation des résultats nécessite donc des précautions (Gauthier *et al.*, 2016; Peterson *et al.*, 2018).

Les modèles prédictifs d'impacts des changements climatiques sur les populations d'oiseaux tiennent souvent pour acquis que la relation entre les oiseaux et leur habitat sera stationnaire (c.-à-d. stable dans le temps) (Schwager *et al.*, 2008; Miller-Rushing *et al.*, 2010). Cette supposition entraîne une grande marge d'erreur dans les prédictions des modèles et beaucoup de recherches supplémentaires seront nécessaires afin d'acquérir les connaissances adéquates pour identifier les relations qui resteront stables (Miller-Rushing *et al.*, 2010). De plus, la vulnérabilité et la résilience des populations de sauvagine varieront à travers l'échelle continentale puisque les effets climatiques affectent différemment ces populations selon leur localisation géographique (Zhao *et al.*, 2016). Des modèles hiérarchiques qui tiennent compte de la structure spatiale des changements climatiques pourraient néanmoins permettre d'appliquer des stratégies de conservation à des échelles régionales et de focaliser sur des enjeux majeurs de ces régions (Zhao *et al.*, 2019b).

### **3.4. Analyse de vulnérabilité des espèces face aux changements climatiques**

La présente analyse vise à identifier les espèces qui pourraient être plus vulnérables aux effets des changements climatiques, et pour lesquelles une attention particulière devrait être portée par les gestionnaires de la sauvagine en Amérique du Nord. Une méthode d'analyse originale a été adaptée à la situation afin de faire ressortir la vulnérabilité des espèces en fonction de critères sélectionnés ainsi que de la disponibilité des informations. Elle porte principalement sur les espèces de canards, d'oies et de bernaches présentes sur le continent nord-américain. Toutefois, certaines sous-populations avec un statut particulier ont été intégrées à l'analyse.

Il existe plusieurs méthodes pour déterminer la vulnérabilité des espèces, notamment en considérant le potentiel de redistribution des espèces par modélisation en fonction des effets des changements climatiques. L'acquisition de telles informations avec précision pour différentes espèces représente beaucoup de temps et d'investissement. En revanche, d'autres indicateurs plus rapides peuvent être utilisés pour déterminer la vulnérabilité aux changements climatiques. La

présente approche vise à évaluer la vulnérabilité des espèces en fonction de l'état actuel des populations et de leurs traits écologiques.

Les traits écologiques pris en considération pour l'évaluation de la vulnérabilité des espèces face aux changements climatiques comptent la taille de population actuelle, la répartition en Amérique du Nord et les distances migratoires parcourues au cours du cycle de vie. Ainsi, un petit effectif est plus susceptible à l'extinction à la suite d'une perturbation importante, sachant en outre qu'une faible diversité génétique peut aussi nuire à la capacité de surmonter ces changements de conditions (Miller-Rushing *et al.*, 2010). Deux types principaux de stimulation migratoire ont été retenus. Le premier type correspond à une synchronisation prévisible des mouvements migratoires (Able, 2004) en fonction d'une anticipation des changements de conditions environnementales par la photopériode (Winker, 2005). Le second type de migration, généralement associé à des espèces dites migratrices facultatives, est plutôt stimulé par les conditions environnementales du moment (Able, 2004; Winker, 2005; Wilson *et al.*, 2017). Ce facteur a été considéré puisque le type de migration pourrait influencer la vulnérabilité des espèces à travers la synchronisation de leur migration par rapport aux effets des changements climatiques sur l'environnement (Drever *et al.*, 2012). Les espèces dont la migration est induite phénologiquement pourraient être plus vulnérables aux changements climatiques (Drever *et al.*, 2012). Les traits écologiques de généraliste et spécialiste ont également été pris en compte dans l'analyse. De manière générale, il est attendu que les espèces plus spécialistes soient plus vulnérables que les autres aux changements climatiques. Pour l'analyse, la spécificité en termes d'habitat et de régime alimentaire ont été toutes deux considérées.

L'analyse a également considéré la stratégie d'histoire de vie (*life history strategy*) des espèces de sauvagines. La stratégie d'histoire de vie correspond au rythme vital spécifique d'une espèce en ce qui a trait à la croissance, à la reproduction et à la survie (Dobson, 2012). Aussi connues sous la théorie du "*slow – fast continuum*", les stratégies d'histoire de vie se déclinent selon deux rythmes, l'un rapide et l'autre lent. Comparativement au rythme rapide, le rythme lent est associé à des espèces de grande taille, ayant une longévité plus grande, une maturité sexuelle plus tardive, un taux de reproduction plus faible, prodiguant davantage de soins parentaux à leurs petits et présentant un meilleur taux de survie des juvéniles et des sous-adultes (Covas & Giesser, 2007; Dobson, 2012; Koon *et al.*, 2014). Par exemple, la sarcelle présente un rythme de vie rapide, alors

que celui de la bernache est de type lent (Koon *et al.*, 2014). Il est toutefois possible d'observer des variations de ces caractères (augmentation et/ou ralentissement) pour une même espèce, et ce en fonction des conditions environnementales (Nichols *et al.*, 1976; Covas & Griesse, 2007). La croissance de population d'une espèce dépend en partie du type de stratégie d'histoire de vie et des conditions environnementales du milieu. Ainsi, cette relation peut influencer la résilience des espèces aux perturbations du milieu (Koon *et al.*, 2014). Les impacts des changements climatiques auront des incidences différentes sur la dynamique de population de l'espèce et il est attendu que les espèces avec un rythme plus rapide seront moins vulnérables aux changements climatiques.

La majorité des informations concernant les traits écologiques des différentes espèces a été recueillie à partir de la base de données de The Cornell Lab of Ornithology (2019). Pour chaque trait écologique, une pondération a été appliquée à chaque valeur et facteur de vulnérabilité en fonction de son importance dans la vulnérabilité des espèces de sauvagine. Le tableau 3.1 présente la pondération des valeurs accordées aux traits écologiques. Un cumulatif de ces valeurs a ensuite permis d'évaluer la vulnérabilité des espèces. L'annexe 2 présente les données de traits écologiques pour chaque facteur.

**Tableau 3.1 Pondération des traits écologiques des espèces considérés comme facteurs additifs dans l'analyse de la vulnérabilité des espèces.**

| Traits écologiques                 | Caractéristiques              | Valeur |
|------------------------------------|-------------------------------|--------|
| Taille de population               | Grande                        | 0      |
|                                    | Petite                        | 1      |
| Distance de migration              | Courte                        | 0      |
|                                    | Longue                        | 1      |
| Limitation en termes d'habitat     | Non                           | 0      |
|                                    | À une période du cycle de vie | 1      |
|                                    | Tout au long du cycle de vie  | 2      |
| Stratégie d'histoire de vie        | Rapide                        | 0      |
|                                    | Moyen                         | 1      |
|                                    | Lent                          | 2      |
| Spécialisation de l'espèce         | Généraliste                   | 0      |
|                                    | Spécialiste                   | 1      |
| Type de stimulation à la migration | Condition environnement et NA | 1      |
|                                    | Photopériode                  | 2      |

Ces pointages de vulnérabilité ont été soumis à une seconde analyse afin de considérer des éléments plus particuliers à l'ensemble de l'Amérique du Nord et dans une optique de gestion et de conservation. Un effet multiplicateur a été attribué à ces facteurs pour ajuster le pointage de vulnérabilité des espèces. À ce titre, le niveau de responsabilité des gestionnaires par rapport à ces espèces a été évalué par l'intégration de l'importance du Nord dans le cycle de vie, ainsi que l'endémisme de l'espèce à l'Amérique du Nord (tableau 3.2).

**Tableau 3.2 Pondération des facteurs multiplicatifs de la vulnérabilité des espèces face aux changements climatiques.**

| Traits écologiques                                  | Caractéristiques | Multiplicateur |
|---|------------------|----------------|
| Importance du Nord dans le cycle de vie de l'espèce | Non              | 1              |
|   | Oui              | 1,25           |
| Endémisme à l'Amérique du Nord                      | Non              | 1              |
|   | Oui              | 1,5            |

De plus l'état actuel des populations a été pris en considération en se référant à l'indice de l'UICN et aux statuts nationaux (Canada, États-Unis et Mexique). Le tableau 3.3 met en évidence les valeurs accordées aux différents statuts. La somme des valeurs obtenue pour chaque espèce a ensuite été multipliée par un facteur de 1,75, permettant d'attribuer un poids supplémentaire à ce critère par rapport aux autres critères de l'analyse.



**Tableau 3.3 Pondération du facteur de statut de l'espèce à l'échelle internationale et des trois pays.**

| Organisation / pays | Statut de l'espèce          | Valeur attribuée |
|---------------------|-----------------------------|------------------|
| UICN                | Aucun statut particulier    | 0                |
|                     | Préoccupante ou susceptible | 1                |
|                     | Vulnérable                  | 2                |
| Canada              | Aucun statut particulier    | 0                |
|                     | Préoccupante ou susceptible | 1                |
|                     | Menacée                     | 2                |
| Aux États-Unis      | Aucun statut particulier    | 0                |
|                     | Préoccupante ou susceptible | 1                |
|                     | Menacée                     | 2                |
| Au Mexique          | Aucun statut particulier    | 0                |
|                     | Préoccupante ou susceptible | 1                |
|                     | Menacée                     | 2                |

Cette démarche vise à aider les gestionnaires de l'Amérique du Nord à prioriser les différentes espèces de sauvagine face aux impacts des changements climatiques. Les pointages de vulnérabilité aux changements climatiques ont été réajustés en fonction de ces facteurs multiplicateurs. Un rang a ensuite été attribué à chaque espèce en fonction de son pointage. Une chronologie des espèces à considérer par les gestionnaires en ordre de priorisation est présentée par catégorie de sauvagine. À des fins pratiques, les espèces dont le rang est entre 1 et 9 sont considérées prioritaires, les rangs 10 à 19 indiquent des espèces qui requièrent de l'attention, alors que les espèces occupant des rangs plus élevés sont considérées moins préoccupantes face aux changements climatiques dans le cadre de cette analyse. Le tableau 3.4 présente les résultats obtenus pour la vulnérabilité des espèces ainsi que leur rang.

**Tableau 3.4 Vulnérabilité des espèces de sauvagine face aux changements climatiques, le pointage et le rang de priorité des espèces.**

| Espèce/Sous-espèce | Nom latin | Pointage de Vulnérabilité | Pointage analyse second niveau | Rang |
|--------------------|-----------|---------------------------|--------------------------------|------|
| <b>Barboteur</b>   |           |                           |                                |      |

| Espèce/Sous-espèce      | Nom latin                 | Pointage de<br>Vulnérabilité | Pointage<br>analyse second<br>niveau | Rang |
|-------------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------------------|------|
| Canard brun             | <i>Anas fulvigula</i>     | 4                            | 15                                   | 7    |
| Canard du Mexique       | <i>Anas diazi</i>         | 4                            | 15                                   | 7    |
| Sarcelle à ailes bleues | <i>Spatula discors</i>    | 3                            | 5                                    | 22   |
| Canard d'Amérique       | <i>Mareca americana</i>   | 2                            | 3                                    | 26   |
| Canards souchet         | <i>Spatula clypeata</i>   | 3                            | 3                                    | 26   |
| Canard pilet            | <i>Anas acuta</i>         | 2                            | 2                                    | 30   |
| Sarcelle d'hiver        | <i>Anas crecca</i>        | 2                            | 2                                    | 30   |
| Canard noir             | <i>Anas rubripes</i>      | 1                            | 2                                    | 32   |
| Canard branchu          | <i>Aix sponsa</i>         | 1                            | 2                                    | 32   |
| Sarcelle cannelle       | <i>Spatula cyanoptera</i> | 1                            | 2                                    | 32   |
| Canard mallard          | <i>Anas platyrhynchos</i> | 1                            | 1                                    | 39   |
| Canard chipeau          | <i>Mareca strepera</i>    | 1                            | 1                                    | 39   |
| <b>Plongeur</b>         |                           |                              |                                      |      |
| Fuligule à tête rouge   | <i>Aythya americana</i>   | 6                            | 9                                    | 9    |
| Fuligule à dos blanc    | <i>Aythya valisineria</i> | 4                            | 6                                    | 16   |
| Fuligule à collier      | <i>Aythya collaris</i>    | 3                            | 5                                    | 22   |
| Fuligule milouinan      | <i>Aythya marila</i>      | 3                            | 4                                    | 24   |

**Tableau 3.4 Vulnérabilité des espèces de sauvagine face aux changements climatiques, le pointage et le rang de priorité des espèces (suite).**

| Espèce/Sous-espèce         | Nom latin                           | Pointage de Vulnérabilité | Pointage analyse second niveau | Rang |
|----------------------------|-------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|------|
| <b>Canard de mer</b>       |                                     |                           |                                |      |
| Eider à lunettes           | <i>Somateria fischeri</i>           | 6                         | 30                             | 1    |
| Eider de Steller           | <i>Polysticta stelleri</i>          | 6                         | 28                             | 2    |
| Macreuse à bec jaune       | <i>Melanitta americana</i>          | 5                         | 16                             | 4    |
| *Arlequin plongeur (Est)   | <i>Histrionicus histrionicus</i>    | 5                         | 16                             | 4    |
| Garrot d'Islande (Est)     | <i>Bucephala islandica</i>          | 6                         | 12                             | 6    |
| *Arlequin plongeur (Ouest) | <i>Histrionicus histrionicus</i>    | 4                         | 8                              | 10   |
| Garrot d'Islande (Ouest)   | <i>Bucephala islandica</i>          | 4                         | 6                              | 15   |
| Macreuse à ailes blanches  | <i>Melanitta deglandi</i>           | 3                         | 6                              | 15   |
| Harelde Kakawi             | <i>Clangula hyemalis</i>            | 2                         | 6                              | 18   |
| Macreuse à front blanc     | <i>Melanitta perspicillata</i>      | 3                         | 4                              | 24   |
| Eider à tête grise         | <i>Somateria spectabilis</i>        | 2                         | 3                              | 28   |
| Eider à duvet              | <i>Somateria mollissima</i>         | 2                         | 3                              | 28   |
| Petit garrot               | <i>Bucephala albeola</i>            | 1                         | 2                              | 32   |
| Harle couronné             | <i>Lophodytes cucullatus</i>        | 1                         | 2                              | 32   |
| Harle huppé                | <i>Mergus serrator</i>              | 1                         | 1                              | 37   |
| Garrot à œil d'or          | <i>Bucephala clangula</i>           | 1                         | 1                              | 37   |
| Grand harle                | <i>Mergus merganser</i>             | 1                         | 1                              | 39   |
| <b>Oie et Bernache</b>     |                                     |                           |                                |      |
| * Bernache cravant noire   | <i>Branta bernicla nigricans</i>    | 6                         | 28                             | 2    |
| Bernache du Canada         | <i>Branta canadensis</i>            | 4                         | 8                              | 10   |
| Bernache de Hutchins       | <i>Branta hutchinsii</i>            | 4                         | 8                              | 10   |
| Oie de Ross                | <i>Anser rossii</i>                 | 4                         | 8                              | 10   |
| Bernache cravant           | <i>Branta bernicla</i>              | 6                         | 8                              | 10   |
| Grande oie des neiges      | <i>Anser c. caerulescens</i>        | 4                         | 5                              | 19   |
| Petite oie des neiges      | <i>Anser caerulescens atlantica</i> | 4                         | 5                              | 19   |
| Oie rieuse                 | <i>Anser albifrons</i>              | 4                         | 5                              | 19   |

\* = sous population

À la lueur des résultats présentés dans le tableau 3.4, deux espèces sur 12 parmi les canards barboteurs méritent une attention particulière de la part des gestionnaires, soient le canard brun et le canard du Mexique. Chez les canards plongeurs, deux espèces retiennent l'attention. Le fuligule à tête rouge se retrouve dans les neuf premiers rangs, puis le fuligule à dos blanc est considéré comme requérant de l'attention.

Pour les canards de mer, la majorité des espèces retiennent l'attention, soit neuf sur 17. L'eider de Steller, l'eider à lunettes, la macreuse à bec jaune, l'arlequin plongeur (population de l'Est) et le Garrot d'Islande (population de l'Est) sont les cinq espèces à priorité élevée. L'arlequin plongeur (population de l'Ouest) le harelde kakawi et la macreuse à ailes blanches sont à considérer avec attention. Toutes les espèces d'oies et de bernache occupent un rang inférieur à 20. La bernache cravant noire est toutefois la seule sous-espèce de ce groupe qui est considérée comme prioritaire.

En tout, neuf espèces sont classées dans la catégorie prioritaire et douze espèces nécessitent une attention particulière de la part des gestionnaires. Ces indices de vulnérabilité permettent aux gestionnaires de prioriser leurs interventions vers les espèces les plus à risques dans le futur. Il serait toutefois possible de faire une analyse plus poussée et de raffiner la liste des espèces à prioriser dans chaque unité de gestion. Les plans d'action développés pour les oiseaux chanteurs proposent de gérer en priorité les menaces actuelles qui affectent les populations en déclin, et au besoin de prendre des mesures comme le rétablissement des espèces *in situ* de sorte à faciliter le changement de répartition futur et d'améliorer la capacité d'adaptation (Stralberg *et al.*, 2019). Une stratégie similaire pourrait être proposée pour la sauvagine. Par ailleurs, il serait possible d'amender le score de vulnérabilité pour prioriser une espèce qui démontre déjà une problématique au sein de la dynamique de sa population ou encore dont l'effectif se situe en deçà des objectifs du PNAGS, comme le canard pilet ou le petit fuligule (Austin *et al.*, 2014;CPNAGS, 2018). Il pourrait être également important de considérer les espèces à populations stables n'ayant pas de statut de vulnérabilité particulier, mais qui sont prisées par les chasseurs et soumises à des prélèvements importants (Austin *et al.*, 2014). La fidélité au site de nidification pourrait être également ajoutée aux critères de vulnérabilité. Les individus de certaines espèces, comme le fuligule à dos blanc, retournent toujours au même endroit pour se reproduire. Si les conditions ne sont pas propices, ils ne se reproduisent pas au cours de cette année. Or, si ces mêmes conditions ne sont pas adéquates plusieurs années successives en raison des changements du climat, la population pourrait être négativement affectée.

### **3.5. Gestion et protection de l'habitat**

La réduction des pressions anthropiques existantes sur les habitats est une condition *sine qua non* pour la gestion et la protection de l'habitat des oiseaux migrateurs. Plusieurs habitats importants

font l'objet de pressions qui doivent être prises en considération. Par exemple, la modification du régime hydrique et de la géomorphologie du fleuve Mississippi a causé une perte de 7 500 km<sup>2</sup> de milieux humides côtiers en Louisiane au cours des 80 dernières années (Browne & Hamburg, 2010). La perte d'habitat dans cette importante aire d'hivernage persiste en raison de la diminution d'apport d'eau douce et de sédiments provenant historiquement du Mississippi et qui contribuait au maintien de ces milieux humides. Browne & Hamburg (2010) mettent en garde les gestionnaires quant à la nécessité de restaurer suffisamment ce processus naturel afin de réduire la perte d'habitat et de mitiger les effets qu'auront les changements climatiques. L'absence de milieux humides pourrait empirer l'impact des événements météorologiques extrêmes, de même que les effets induits par la montée du niveau de l'océan.

La protection de l'habitat doit prendre en considération les réalités régionales en raison des diversités biologique et sociale qu'on y retrouve (CPNAGS, 2018). Dans cette optique, et avec une approche régionale d'évolution du climat telle que suggérée par Zhao *et al.* (2019b), les plans conjoints d'habitats et d'espèces pourraient jouer un rôle important puisque ceux-ci permettent la mise en place d'objectifs régionaux en termes de protection d'habitat selon les caractéristiques biologiques et sociales de l'endroit, tout en participant à l'atteinte des objectifs continentaux du PNAGS (CPNAGS, 2018).

Il est important de mettre en place des initiatives afin de mitiger l'impact des changements climatiques sur les oiseaux migrateurs, et ce même si toutes les connaissances scientifiques nécessaires n'ont pas été acquises (Miller-Rushing *et al.*, 2010). Des zones importantes pour les oiseaux migrateurs ont déjà été identifiées comme celles qui ont été utilisées dans le chapitre 2 (Browne & Hamburg, 2010), ou encore les ZICOs. Grâce aux nouvelles technologies telles que les micro-émetteurs satellitaires et les radars, l'approfondissement des connaissances concernant les mouvements et l'utilisation de l'habitat devrait permettre de mieux cibler les endroits à privilégier pour leur conservation à long terme. Les impacts sur les habitats peuvent être mieux anticipés que les modélisations des impacts sur les populations de sauvagine. Par exemple la croissance de végétaux par rapport à la température ou encore la perte de milieux humides côtiers en raison de la montée du niveau de l'océan sont des processus qui sont plus facilement modélisables (Browne & Hamburg, 2010). Il devient alors pertinent d'anticiper l'évolution de certaines caractéristiques de l'habitat affectant les dynamiques de population de la sauvagine, telle que les précipitations dans la

région des prairies (Krapu *et al.*, 1983; Walker *et al.*, 2013a; Singer *et al.*, 2016). De plus, des études tentent de déterminer la distribution potentielle d'espèces avec les changements climatiques en fonction de niches écologiques climatiques ou encore par l'habitat et peuvent ainsi anticiper une modification des habitats disponibles pour diverses espèces (Preston *et al.*, 2008; Rodenhouse *et al.*, 2008; Scheiter & Higgings, 2009; Vallecillo *et al.*, 2009; Zhao *et al.*, 2016). Dans ce sens, prévoir l'évolution des habitats permet alors de mieux cibler les endroits à conserver pour le futur et d'éviter d'investir des efforts de conservation inutiles dans des endroits qui sont appelés à moins bien répondre aux besoins de la sauvagine en raison des changements climatiques (Miller-Rushing *et al.*, 2010; Watson *et al.*, 2012; Arnold *et al.*, 2018).

Des études récentes permettent de mieux prédire la dynamique de population et la distribution d'espèces en fonction des scénarios de changements climatiques, améliorant ainsi les outils disponibles pour les gestionnaires. Par exemple, grâce à la modélisation de la dynamique des populations, Zhao *et al.* (2019b) prévoient que les populations de canard mallard qui se reproduisent dans la portion nordique de l'aire de répartition, c'est-à-dire dans la forêt boréale, seront plus résilients face aux changements climatiques que ceux se reproduisant dans la portion de la région des fondrières des prairies. Les auteurs suggèrent que des zones de la forêt boréale soient protégées à titre de futurs refuges climatiques pour la sauvagine, et ce même si les densités actuelles de mallard y sont relativement faibles.

La planification des plans de conservation en fonction des changements climatiques requiert donc de balancer les efforts de conservation en fonction des besoins actuels et des besoins futurs. Parfois cela peut demander de conserver des endroits où peu d'efforts de conservation ont été consentis antérieurement et qui ont subi plus de perturbations anthropiques, ce qui peut rendre la conservation dans ces régions plus difficile et onéreuse (Browne & Hamburg, 2010; Loesch *et al.*, 2012). Stralberg *et al.* (2019) suggèrent d'ailleurs d'adopter une stratégie similaire d'investissement à long terme pour protéger les refuges d'oiseaux chanteurs et de protéger l'intégrité de l'habitat pour faciliter les changements de répartition des espèces d'oiseaux causés par les changements climatiques. Il n'en demeure pas moins que le choix entre la continuité de ces efforts ou leur relocalisation afin d'anticiper les conditions futures est délicate et nécessite plusieurs réflexions. Par exemple, l'étude de Loesch *et al.* (2012) a analysé la faisabilité de relocalisation des efforts de conservation et de restauration de l'habitat de la sauvagine dans la région des fondrières. Selon les

prévisions climatiques, le climat favorable à la reproduction de la sauvagine dans la région tend à se déplacer vers l'est (Johnson *et al.*, 2005). Ces chercheurs ont toutefois conclu qu'il était plutôt préférable de poursuivre la conservation de la portion ouest et centrale en raison du rapport coût-bénéfice, du besoin qui s'y fait ressentir et de l'incertitude associée aux changements climatiques.

### **3.5.1. Protection d'habitat**

La conservation de divers types d'habitats à travers le continent nord-américain est nécessaire pour répondre aux besoins des oiseaux migrateurs tout au long de leur cycle de vie (Miller-Rushing *et al.*, 2010; Small-Lorenz *et al.*, 2013). Cette situation représente un défi d'envergure puisqu'à l'échelle planétaire, selon Runge *et al.* (2015), seulement 9 % des 1451 espèces d'oiseaux migrateurs bénéficient d'une protection adéquate de leur habitat durant tous leurs stades de vie.

Les stratégies de conservation qui sont privilégiées actuellement consistent bien souvent à mettre en place des aires protégées ou à acquérir des terres à des fins de conservation (Watson *et al.*, 2012). Ces stratégies de conservation présentent toutefois deux lacunes dont il est important de tenir compte. Elles supposent que le climat est relativement stable et que les attributs biologiques sont relativement fixes, c'est-à-dire qu'elles ne prennent pas nécessairement en considération la perspective de changement de répartition à long terme des espèces, voire des écosystèmes (Watson *et al.*, 2012).

La protection d'habitats essentiels aux espèces plus vulnérables doit faire partie des stratégies de conservation. Des stratégies de conservation adaptées aux changements climatiques demandent toutefois une analyse concernant la localisation des aires à protéger de sorte que la qualité d'habitat y sera adéquate pour les espèces ciblées en dépit des changements climatiques (Miller-Rushing *et al.*, 2010). Des aires protégées qui permettent la protection d'habitat pour une période de transition vers une situation climatique future devrait être un moyen de mitigation non négligeable des effets des changements climatiques (Stralberg *et al.*, 2019). De plus, la création de refuges migratoires permettrait notamment de renforcer la protection d'espèces qui sont moins vulnérables aux changements climatiques ou dont la population est stable à l'heure actuelle (Stralberg *et al.*, 2019), comme c'est le cas avec la majorité des espèces de sauvagine (CPNAGS, 2018). D'ailleurs, des mesures législatives devraient octroyer un niveau de protection plus élevé aux ZICO pour y parvenir et ce d'autant plus que des ZICO sont désignées à l'échelle du continent. Ces aires protégées

doivent inclure la perspective des changements climatiques dans leurs politiques et leurs planifications, sans quoi leurs objectifs ne pourront être atteints (Lemieux *et al.*, 2011). Il en est de même pour les efforts de conservation entrepris par les organisations comme Canards Illimités.

Par ailleurs, la disponibilité de terre à conserver est réduite par les besoins croissants en nourriture, en bioénergie et autres, et par une population humaine en augmentation (Trauger *et al.*, 2003, cité dans Anderson *et al.*, 2018a; Anderson & Padding, 2015). La demande pour les terres ainsi que les coûts associés à leur conservation augmentent. La protection de l'habitat a également des limites et les effets des changements climatiques sur ces habitats entraîneront la perte d'habitat plus vulnérables qu'ils soient protégés ou non (Lemieux *et al.*, 2011).

La concertation et la collaboration entre les différentes unités de gestion et de conservation, de l'échelle locale à nationale, telles que les ZICO et les plans conjoints d'habitats ou d'espèces dans certains cas (1.2.2), les organisations de couloirs migratoires (1.4.1), les unités régionales de gestion et de conservation des oiseaux aquatiques migrateurs du Mexique (1.5), les organisations de recherche et les organismes privés à but non lucratif, sont des éléments essentiels pour favoriser une protection de l'habitat à travers le continent. Cela permettrait d'organiser une stratégie à grande échelle géographique selon les besoins et les enjeux en matière de la conservation de l'habitat à l'échelle locale, tout en ciblant des actions concrètes à mettre en place avec ces acteurs. Une telle participation pourrait d'ailleurs favoriser l'acquisition de connaissances sur l'évolution des habitats et la distribution des espèces.

### **3.5.2. Acquisition de connaissances**

Depuis les 30 dernières années, une multitude d'études ont permis de nombreuses avancées dans la gestion des populations d'oiseaux migrateurs (Anderson & Padding, 2015; Anderson *et al.*, 2018a). Encore aujourd'hui, des études approfondies concernant les relations de la sauvagine avec son habitat, mais également par rapport aux processus physiques des écosystèmes, permettront de mieux appréhender les effets des changements climatiques et d'adopter des mesures de mitigation mieux adaptées.

Les oiseaux sont mobiles et peuvent s'adapter à un environnement en changement grâce à leurs déplacements. Les plantes ou les insectes desquels ils dépendent pour leur alimentation ou pour



leur habitat ne peuvent toutefois pas suivre les changements des conditions biotiques aussi rapidement. L'adaptation des plantes et des insectes peut être particulièrement limitée dans un environnement fragmenté (Leimu *et al.*, 2010; Miller-Rushing *et al.*, 2010). Le changement de répartition des espèces d'oiseaux en réponse aux changements climatiques va donc être complexe (Miller-Rushing *et al.*, 2010). L'acquisition de connaissances sur l'évolution de l'habitat de la sauvagine va donc représenter un domaine d'étude pertinent pour renforcer les outils de gestion et de conservation des oiseaux migrants.

Parallèlement, peu d'études portant sur le fonctionnement des milieux humides intégraient des conditions abiotiques comme les conditions biogéochimiques et les sols avant la fin du 20<sup>e</sup> siècle (Anderson *et al.*, 2018a). L'émergence de l'acquisition de connaissances en la matière permet maintenant aux gestionnaires de prendre en considération une multitude d'interactions entre divers paramètres (plantes, régime hydrique, etc.) et d'adopter une vue plus globale du fonctionnement d'un milieu humide (Anderson *et al.*, 2018a). Ainsi, ce genre de connaissances constitue en quelque sorte une base favorisant une meilleure appréhension des changements climatiques (Anderson *et al.*, 2018a). C'est notamment le cas du fonctionnement de l'écosystème des fondrières en fonction des précipitations et de l'apport de sédiments (Sæther *et al.*, 2008; Walker *et al.*, 2013b; Specht & Arnold, 2018).

Les approches participatives et les efforts collectifs dans le cadre desquels plusieurs intervenants sont appelés à contribuer à un même objectif, à développer et partager leurs connaissances, concilier leurs besoins et à adapter leurs méthodes dans une perspective d'amélioration continue sont de plus en plus utilisés par les approches de conservation modernes. Cela favorise notamment l'élaboration de solutions mieux adaptées aux problématiques, en plus d'encourager la créativité par l'entremise de nouvelles approches et d'expérimentation (Johnson, 2017). Par exemple, les plateformes d'échange d'informations comme eBird permettent la participation du public, plus particulièrement les ornithologues amateurs, dans l'acquisition de connaissances sur la répartition des espèces à travers le continent. Ce vaste réseau d'observateurs recueille des données à faible coût et la base de données produite représente un outil prometteur afin de déceler les changements rapides de répartition et de chronologie de migration par exemple.

### **3.6. Conclusion**

Les gestionnaires auront la responsabilité d'adapter la prise de décisions en matière de gestion et de conservation des populations de sauvagine et de leurs habitats face aux changements climatiques. Plusieurs initiatives de conservation sont déjà en place et représentent de bons potentiels pour orienter la prise de décision ou encore pour bâtir des stratégies efficaces dans un contexte de changements climatiques. La collaboration entre les pays et l'instauration de législations sur leurs territoires respectifs représentent des éléments clés pour permettre aux gestionnaires d'atteindre leurs objectifs. De plus, le PNAGS offre un potentiel de gestion adaptative, une implication au niveau politique et démontre une certaine capacité à mettre en œuvre des mesures à l'échelle locale qui bénéficieront aux gestionnaires. Toutefois, le PNAGS doit désormais intégrer des mesures de suivi des populations et des habitats qui soient en adéquation avec les enjeux que représentent les changements climatiques. Il doit également tenter de susciter davantage la participation du public et de renforcer la collaboration entre les différents intervenants concernés par la conservation de l'habitat. L'anticipation des effets des changements climatiques est plus que nécessaire afin de mettre en place des stratégies efficaces et la vulnérabilité de certaines espèces doit donc être au cœur de ces stratégies. Les moyens pour y arriver sont l'intégration des nouveaux outils technologiques tels que les émetteurs satellitaires, la modélisation de l'évolution du climat ou encore la modélisation des impacts des changements climatiques sur la dynamique des populations. Les mesures de conservation d'habitat doivent s'insérer dans les plans d'adaptations aux changements climatiques élaborés pour nos sociétés pour garantir une adaptation conciliante et pérenne avec la faune et les écosystèmes.

## Conclusion

L'objectif principal de cet essai était d'analyser la possibilité d'intégration de mesures d'adaptation aux changements climatiques dans l'élaboration de plans de gestion d'oiseaux migrateurs considérés comme gibier en Amérique du Nord. Pour ce faire, cinq objectifs spécifiques ont été déterminés et atteints, puis présentés selon trois chapitres. Le Chapitre 1 a permis de mettre en contexte l'historique et le fonctionnement de la gestion des oiseaux migrateurs en Amérique du Nord en identifiant les responsabilités et engagements des différentes parties prenantes au sein de la collaboration internationale entourant la gestion et la conservation de la sauvagine. Ensuite, le Chapitre 2 a présenté les perspectives d'avenir concernant l'évolution du climat de l'Amérique du Nord, les incidences potentielles des changements climatiques sur l'écologie et les habitats essentiels des oiseaux migrateurs considérés comme gibier, ainsi que les risques et opportunités découlant de ces éléments. Cette approche s'est principalement attardée à dix régions d'importance majeure pour la sauvagine sur le continent. Les répercussions sur la sauvagine ont également été mises en relation avec les impacts qu'elles auront sur la société humaine. L'essai se termine avec le Chapitre 3, qui permis de répondre à trois objectifs spécifiques, soit de mettre en évidence les avantages et inconvénients des mesures de gestion actuelles des oiseaux migrateurs considérés comme gibier en Amérique du Nord face aux changements climatiques, et ce dans une perspective de gestion coopérative internationale et dans un contexte d'incertitude; d'évaluer la vulnérabilité de 38 espèces de sauvagines face aux changements climatiques, et de formuler des recommandations sur les mesures de conservation et de gestion à préconiser dans le contexte de changements climatiques afin de favoriser l'adaptation des espèces migratrices plus vulnérables et des sociétés humaines en fonction des divers engagements internationaux.

Les changements climatiques représentent un enjeu particulièrement difficile à quantifier pour les oiseaux migrateurs puisque les impacts se feront sentir à différentes échelles géographiques et ce à travers leur cycle annuel. Il existe donc une grande incertitude dans l'appréhension de la situation future et dans les réponses des populations de sauvagine. Néanmoins, plusieurs facteurs de vulnérabilité des espèces face aux changements climatiques sont identifiables et des mesures ciblées peuvent être entreprises de manière préventive.

La solution idéale à cette problématique serait d'appliquer les mesures nécessaires afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre et les autres facteurs qui causent les changements climatiques. À la lueur de la tendance actuelle des efforts internationaux en matière de lutte aux changements climatiques, il faut plutôt opter pour une stratégie d'adaptation aux changements climatiques. Une stratégie de conservation d'une espèce doit donc désormais prendre pour acquis que l'évolution du climat aura des répercussions sur cette espèce et son habitat. Pour être efficace, cette stratégie doit donc considérer la condition anticipée des milieux de vie des oiseaux ainsi que l'incertitude qui s'y rattache. Les priorités d'interventions devront être stratégiquement déterminées en fonction de l'importance relative des zones pour les populations de sauvagine et la biodiversité, de l'évolution des habitats à long terme dans le contexte des changements climatiques, et de la faisabilité financière des stratégies de conservation.

Les gestionnaires de la sauvagine en Amérique du Nord possèdent toutefois déjà des outils qui favoriseront l'élaboration de stratégies de conservation adaptées aux changements climatiques. C'est notamment le cas de la collaboration trinationale, du PNAGS, ainsi que du processus de gestion adaptatif des récoltes. Il reste que plusieurs facteurs d'incertitudes et de limites d'application de mesures de conservation représentent des défis significatifs pour les gestionnaires.

La collaboration internationale dans laquelle s'insère la gestion de la sauvagine s'avère être essentielle et représente un avantage important pour le futur. Une hiérarchie de collaboration et de coopération ralliant les décideurs à l'échelle nationale aux intervenants à l'échelle locale à travers le continent nord-américain témoigne d'une force et d'un bon potentiel pour une gestion des populations et une conservation des habitats de ces oiseaux migrants qui soient efficaces.

Les expériences acquises du PNAGS, ainsi que les processus de gestion adaptative qui en découlent permettront d'améliorer la conservation de ces espèces en fonction de l'acquisition de connaissances sur la réponse des espèces tout au long de l'évolution du climat au cours du 21<sup>e</sup> siècle. Les gestionnaires bénéficient donc de plusieurs outils afin d'adapter la gestion des populations aux circonstances émanant des changements climatiques. Il est toutefois primordial que les décideurs politiques continuent à mettre en place un encadrement législatif et qu'ils respectent leurs engagements.

## Références

- Aagaard, K.J., Thogmartin, W.E., & Lonsdorf, E.V. (2018). Temperature-influenced energetics model for migrating waterfowl. *Ecological Modelling*, vol. 378, p. 46-58.
- Abraham, K.F., Jefferies, R.L., & Alisauskas, R.T. (2005). The dynamics of landscape change and snow geese in mid-continent North America. *Global Change Biology*, vol. 11, no 6, p. 841-855.
- Adams, C.E., Leifester, J.A., & Herron, J.S. (1997). Understanding wildlife constituents: birders and waterfowl hunters. *Wildlife Society Bulletin*, vol. 25, no 3, p. 653-660.
- Albright, J.J., Owen Jr., R.B., & Corr, P.O. (1983). The effects of winter weather on the behavior and energy reserves of black ducks in Maine. *Transactions of the Northeast Section, the Wildlife Society*, vol. 40, p. 118-128.
- Alisauskas, R.T., & Ankney, C.D. (1992). The cost of egg laying and its relationship to nutrient reserves in waterfowl. In Batt, B.D.J., Afton, A.D., Anderson, M.G., Ankney, C.D., Johnson, D.H., Kadlec, J.A., & Krapu, G.L., *Ecology and management of breeding waterfowl* (p. 30-61). Minneapolis, University of Minnesota Press.
- Alisauskas, R.T., Arnold, T.W., Leafloor, J.O., Otis, D.L., & Sedinger, J.S. (2014). Lincoln estimates of mallard (*Anas platyrhynchos*) abundance in North America. *Ecology and Evolution*, vol. 4, no 2, p. 132-143.
- Alisauskas, R.T., Drake, K.L., & Nichols, J.D. (2009). Filling a void: abundance estimation of North American populations of arctic geese using hunter recoveries. In Thomson, D.L., Cooch, E.G., & Conroy, M.J., *Modeling demographic processes in marked populations* (p. 463-489). Boston, Springer.
- Alisauskas, R.T., Rockwell, R.F., Dufour, K.W., Cooch, E.G., Zimmerman, G., Drake, K.L., Leafloor, J.O., Moser, T.J., & Reed, E.T. (2011). Harvest, survival, and abundance of midcontinent lesser snow geese relative to population reduction efforts. *Wildlife Monographs*, vol. 179, no 1, p. 1-42.
- Alpers, C.N. (2017). Arsenic and mercury contamination related to historical gold mining in the Sierra Nevada, California. *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*, vol. 17, no 2, p. 92-100.
- Anderson, G., Anderson, M.G., Carrera, E., Carter, M., Case, D., Clark, R., Glick, A., Gordon, D., Harshaw, H. Howerter, D., et al. (2018b). *Synthesis report, Future of Waterfowl 2 Workshop*, Plan nord-américain de gestion de la sauvagine. 11 p. <https://nawmp.org/sites/default/files/2018-02/FOW2%20Synthesis%2029%20January%202018.pdf> (Page consultée le 8 juin 2019).
- Anderson, M.G. (1984). Parental investment and pair-bond behavior among Canvasback ducks (*Aythya valisineria*, Anatidae). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, vol. 15, no 2, p. 81-90.

- Anderson, M.G., & Padding, P.I. (2015). The North American approach to waterfowl management: Synergy of hunting and habitat conservation. *International Journal of Environmental Studies*, vol. 72, no 5, p. 810-829.
- Anderson, M.G., Alisauskas, R.T., Batt, B.D., Blohm, R.J., Higgins, K.F., Perry, M.C., Ringelman, J.K. Sedinger, J.S., Serie, J.R. Sharp, D.E., *et al.* (2018a). The Migratory Bird Treaty and a century of waterfowl conservation. *The Journal of Wildlife Management*, vol. 82, no 2, p. 247-259.
- Ankney, C.D. (1996). An embarrassment of riches: too many geese. *The Journal of wildlife management*, vol. 60, no 2, p. 217-223.
- Anonyme. (2016). *Programme d'effarouchement des oiseaux migrants en milieu agricole: Guide des bonnes pratiques de l'effarouchement*. Québec, Conseil pour le Développement de l'agriculture du Québec, Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'Alimentation, Gouvernement du Canada, 40 p. [http://www.capitale-nationale-cote-nord.upa.qc.ca/wp-content/uploads/filebase/documents\\_utiles/GuidePEOMMA2016\\_2.pdf](http://www.capitale-nationale-cote-nord.upa.qc.ca/wp-content/uploads/filebase/documents_utiles/GuidePEOMMA2016_2.pdf) (Page consultée le 23 mars 2019).
- Anteau, M.J., & Afton, A.D. (2009). Wetland use and feeding by lesser scaup during spring migration across the upper Midwest, USA. *Wetlands*, vol. 29, no 2, p. 704-712.
- Arnold, T.W., Clark, R.G., Koons, D.N., & Schaub, M. (2018). Integrated population models facilitate ecological understanding and improved management decisions. *The Journal of wildlife management*, vol. 82, no 2, p. 266-274.
- Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP) (2012). *Arctic Climate Issues 2011: Changes in Arctic Snow, Water, Ice and Permafrost. SWIPA 2011 Overview Report*. Oslo, Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), 97p. <https://www.amap.no/documents/download/2267/inline> (Page consultée le 22 mars 2019).
- Aubry, L.M., Rockwell, R.F., Cooch, E.G., Brook, R.W., Mulder, C.P., & Koons, D.N. (2013). Climate change, phenology, and habitat degradation: drivers of gosling body condition and juvenile survival in lesser snow geese. *Global Change Biology*, vol. 19, no1, p. 149-160.
- Austin, J., Slattery, S., & Clark, R.G. (2014). Waterfowl populations of conservation concern: learning from diverse challenges, models and conservation strategies. *Wildfowl*, no 4, p. 470-497.
- Austin, J.E., Granfors, D.A., Johnson, M.A., & Kohn, S.C. (2002). Scaup migration patterns in North Dakota relative to temperatures and water conditions. *The Journal of wildlife management*, vol. 66, no 3, p. 874-882.
- Baar, L., Matlack, R.S., Johnson, W.P., & Barron, R.B. (2008). Migration chronology of waterfowl in the Southern High Plains of Texas. *Waterbirds*, vol. 31, no 3, p. 394-402.
- Bailey, R.O. (1983). Distribution of postbreeding diving ducks (Aythyini and Mergini) on southern boreal lakes in Manitoba. *Canadian Wildlife Service Progress, Notes* 136, p. 1-8.

- Baillargeon, S., & Crousset, Y. (2006). *L'érosion côtière et les impacts des méthodes de stabilisation sur l'environnement : document d'information*. Québec, Comité ZIP Côte-Nord du Golfe, 39 p.
- Baldassarre, G.A. & Bolen, E.G. (2006). *Waterfowl Ecology and Management*, 2e éd. Malabar, Krieger Publishing Company, 580 p.
- Baldassarre, G.A., & Bolen, E.G. (1984). Field-feeding ecology of waterfowl wintering on the Southern High Plains of Texas. *The Journal of Wildlife Management*, vol. 48, no 1, p. 63-71.
- Barker, N. (2015). *Modelling waterfowl abundance and distribution to inform conservation planning in Canada*. Thèse de doctorat, Université Laval, Québec, Québec, 263 p.
- Bartzen, B.A., Dickson, D.L., & Bowman, T.D. (2017). Migration characteristics of long-tailed ducks (*Clangula hyemalis*) from the western Canadian Arctic. *Polar Biology*, vol. 40, no 5, p. 1085-1099.
- Bateman, B.L., Pidgeon, A.M., Radeloff, V.C., VanDerWal, J., Thogmartin, W.E., Vavrus, S.J., & Heglund, P.J. (2016). The pace of past climate change vs. potential bird distributions and land use in the United States. *Global Change Biology*, vol. 22, no 3, p. 1130-1144.
- Beatty, W.S., Kesler, D.C., Webb, E.B., Raedeke, A.H., Naylor, L.W., & Humburg, D.D. (2014). The role of protected area wetlands in waterfowl habitat conservation: implications for protected area network design. *Biological Conservation*, vol. 176, p. 144-152.
- Beatty, W.S., Webb, E.B., Kesler, D.C., Naylor, L.W., Raedeke, A.H., Humburg, D.D., Coluccy, J.M., & Soulliere, G.J. (2015). An empirical evaluation of landscape energetic models: Mallard and American black duck space use during the non-breeding period. *The Journal of Wildlife Management*, vol. 79, no 7, p. 1141-1151.
- Bechet, A., Giroux, J.F., & Gauthier, G. (2004). The effects of disturbance on behaviour, habitat use and energy of spring staging snow geese. *Journal of applied ecology*, vol. 41, no 4, p. 689-700.
- Becklumb, P., & Williams, T. (2015). *Législation fédérale sur l'environnement et projets de développement local*. Ottawa, Bibliothèque du Parlement, 10 p. <https://lop.parl.ca/staticfiles/PublicWebsite/Home/ResearchPublications/InBriefs/PDF/2015-40-f.pdf> (Page consultée le 10 février 2020).
- Beever, E.A., O'Leary, J., Mengelt, M., West, J.M., Julius, S., Green, S., Magness, D., Petes, L., Stein, B., Nicotra, A.B., et al. (2016). Improving conservation outcomes with a new paradigm for understanding species' fundamental and realized adaptive capacity. *Conservation Letters*, vol. 9, no 2, p. 131-137.
- Bellrose, F.C. (1980). *Ducks, geese and swans of North America*, 3e éd. Harrisburg, Stackpole Books, 568 p.

- Bergan, J.F., & Smith, L.M. (1993). Survival rates of female mallards wintering in the Playa Lakes Region. *The Journal of wildlife management*, vol. 57, no 3, p. 570-577.
- Bethke, R.W., & Nudds, T.D. (1993). Variation in the diversity of ducks along a gradient of environmental variability. *Oecologia*, vol. 93, no 2, p. 242-250.
- Bêty, J., Gauthier, G., & Giroux, J.F. (2003). Body condition, migration, and timing of reproduction in snow geese: a test of the condition-dependent model of optimal clutch size. *The American Naturalist*, vol. 162, no 1, p. 110-121.
- Bêty, J., Giroux, J.F., & Gauthier, G. (2004). Individual variation in timing of migration: causes and reproductive consequences in greater snow geese (*Anser caerulescens atlanticus*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, vol. 57, no 1, p. 1-8.
- BirdLife International (2019). BirdLife Partners – Americas. In BirdLife International, *BirdLife International Americas*. <https://www.birdlife.org/americas/partnership/birdlife-partners-americas> (Page consultée le 6 mai 2019).
- BirdLife International (2020). The IUCN Red List of Threatened Species 2018: <https://www.iucnredlist.org/> (Page consultée le 8 mai 2020).
- Blohm, R.J., Sharp, D.E., Padding, P.I., Kokel, R.W., & Richkus, K.D. (2006). Integrated waterfowl management in North America. In Boere, G.C., Galbraith, C.A., & Stroud, D.A., *Waterbirds around the world* (p. 199-203). Edinburgh, The Stationery Office.
- Bloom, P.M., Howerter, D.W., Emery, R.B., & Armstrong, L.M. (2013). Relationships between grazing and waterfowl production in the Canadian prairies. *The Journal of Wildlife Management*, vol. 77, no 3, p. 534-544.
- Bolduc, F., & Afton, A.D. (2004). Relationships between wintering waterbirds and invertebrates, sediments and hydrology of coastal marsh ponds. *Waterbirds*, vol. 27, no 3, p. 333-342.
- Bolen, E.G., Smith, L.M., & Schramm Jr, H.L. (1989). Playa Lakes: Prairie Wetlands of the Southern High Plains: The shallow circular basins can provide localized sites of ecological diversity. *BioScience*, vol. 39, no 9, p. 615-623.
- Borchert, S.M., Osland, M.J., Enwright, N.M., & Griffith, K.T. (2018). Coastal wetland adaptation to sea level rise: Quantifying potential for landward migration and coastal squeeze. *Journal of applied ecology*, vol. 55, no 6, p. 2876-2887.
- Both, C. & Visser, M.E. (2001). Adjustment to climate change is constrained by arrival date in a long-distance migrant bird. *Nature*, vol. 411, no 6835, p. 296-298.
- Both, C., Van Turnhout, C.A., Bijlsma, R.G., Siepel, H., Van Strien, A.J., & Foppen, R.P. (2009). Avian population consequences of climate change are most severe for long-distance migrants in seasonal habitats. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, vol. 277, no 1685, p. 1259-1266.



- Bowman, T., Silverman, E.D., Gilliland, S.G., & Leirness, J.B. (2015). Status and trends of North American sea ducks. In Savard, J-P., Derksen, D.V., Esler, D., & Eadie, J.M., *Ecology and conservation of North American sea ducks* (p. 1-28). New York, CRC Press.
- Boyd, W.S., Bowman, T.D., Savard, J.P.L., & Dickson, R.D. (2015). Status and trends of North American sea ducks. In Savard, J-P., Derksen, D.V., Esler, D., & Eadie, J.M., *Ecology and conservation of North American sea ducks* (p. 529-559). New York, CRC Press.
- Bradshaw, L., Holsman, R.H., Petchenik, J., & Finger, T. (2019). Meeting harvest expectations is key for duck hunter satisfaction. *Wildlife Society Bulletin*, vol. 43, no 1, p. 102-111.
- Brasher, M.G., Giocomo, J.J., Azure, D.A., Bartuszevige, A.M., Flaspohler, M.E., Harrigal, D.E., Olson, B.W., Pitre, J.M., Renner, R.W., Stephens, S.E., & Vest, J.L. (2019). The history and importance of private lands for north american waterfowl conservation. *Wildlife Society Bulletin*, vol. 43, no 3, p.338-354.
- Brook, R.W., Ross, R.K., Abraham, K.F., Fronczak, D.L., & Davies, J.C. (2009). Evidence for black duck winter distribution change. *The Journal of Wildlife Management*, vol. 73, no 1, p. 98-103.
- Browne, D., & Dell, R. (2007). *Conserving waterfowl and wetlands amid climate change*. Memphis, Ducks Unlimited Inc., 49 p.
- Browne, D., & Hamburg, D. (2010). *Confronting the challenges of climate change for waterfowl and wetlands*. Menmphis, TN, Ducks Unlimited Inc., 33 p.
- Burkett, V., & Kusler, J. (2000). Climate change potential impacts and interactions in wetlands of the United States. *Journal of the American Water Resources Association*, vol. 36, no 2, p. 313-320.
- Campbell, T.K.F., Lantz, T.C. & Fraser, R.H. (2018). Impacts of Climate Change and Intensive Lesser Snow Goose (*Chen caerulescens caerulescens*) Activity on Surface Water in High Arctic Pond Complexes. *Remote Sensing*, vol. 10, no 12, p. 1892. <https://www.mdpi.com/2072-4292/10/12/1892> (Page consultée le 4 février 2019).
- Canadian Wildlife Service Waterfowl Committee (2020). *Population Status of Migratory Game Birds in Canada. November 2019, Migratory Birds Regulatory Report Number 52*. Gatineau, Canadian Wildlife Service, 227 p. [http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2020/eccc/CW69-16-52-2019-eng.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2020/eccc/CW69-16-52-2019-eng.pdf) (Page consultée le 10 janvier 2020).
- Canards illimités Canada (CIC) (2019a). Région des fondrières des prairies. In Canards illimités Canada. *Canards illimités Canada*. <http://www.canards.ca/endroits/region-des-fondrieres-des-prairies/> (Page consultée le 16 avril 2019).
- Canards illimités Canada (CIC) (2019b). À propos de nous. In Canards illimités Canada. *Canards illimités Canada*. <http://www.canards.ca/a-propos-de-nous/> (Page consultée le 17 avril 2019).

- Case, M.J., Lawler, J.J., & Tomasevic, J.A. (2015). Relative sensitivity to climate change of species in northwestern North America. *Biological Conservation*, vol. 187, p. 127-133.
- Chabreck, R.H., Joanen, T., & Paulus, S.L. (1989). Southern coastal marshes and lakes. In Smith, L.M., Pederson, R.L., & Kaminski, R.M. *Habitat management for migrating and wintering waterfowl in North America* (p. 249-277). Lubbock, Texas Tech University Press.
- Chambers, J.C., & Pellant, M. (2008). Climate change impacts on northwestern and intermountain United States rangelands. *Rangelands*, vol. 30, no 3, p. 29-33.
- Charmantier, A., McCleery, R.H., Cole, L.R., Perrins, C., Kruuk, L.E., & Sheldon, B.C. (2008). Adaptive phenotypic plasticity in response to climate change in a wild bird population. *Science*, vol. 320, no 5877, p. 800-803.
- Christie, K.S., Hollmen, T.E., Flint, P., & Douglas, D. (2018). Non-linear effect of sea ice: Spectacled Eider survival declines at both extremes of the ice spectrum. *Ecology and Evolution*, vol. 8, no 23, p. 11808-11818.
- Church, J.A., Clark, P.U., Cazenave, A., Gregory, J.M., Jevrejeva, S., Levermann, A., Merrifield, M.A., Milne, G.A., Nerem, R.S., Nunn, P.D., *et al.* (2013). Sea level change. In Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, X., Xia, A.Y., Bex, V., & Midgley, P.M. (p. 1137–1216), *Climate change 2013: the physical science basis*. Cambridge, United Kingdom, Cambridge University Press,
- Churchill, R.T., Schummer, M.L., Petrie, S.A., & Henry, H.A. (2016). Long-term changes in distribution and abundance of submerged aquatic vegetation and dreissenid mussels in Long Point Bay, Lake Erie. *Journal of Great Lakes Research*, vol. 42, no 5, p. 1060-1069.
- Clark, J.S., Carpenter, S.R., Barber, M., Collins, S., Dobson, A., Foley, J.A., Lodge, D.M., Pascual, M., Pielke, R.J., Pizer, W., *et al.* (2001). Ecological forecasts: an emerging imperative. *Science*, vol. 193, no 5530, p. 657-660.
- Clark, R.G., Hobson, K.A., & Wassenaar, L.I. (2009). Corrigendum—Geographic variation in the isotopic ( $\delta D$ ,  $\delta^{13}C$ ,  $\delta^{15}N$ ,  $\delta^{34}S$ ) composition of feathers and claws from Lesser Scaup and Northern Pintail: Implications for studies of migratory connectivity. *Canadian Journal of Zoology*, vol. 87, no 6, p. 553-554.
- Clark, R.G., Fleskes, J.P., Guyn, K.L., Haukos, D.A., Austin, J.E., & Miller, M.R. (2014). *Northern Pintail (Anas acuta)*, version 2.0. In Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, The Birds of North America. <https://doi.org/10.2173/bna.163> (Page consultée le 20 mars 2019).
- Clausen, K.K., & Clausen, P. (2013). Earlier Arctic springs cause phenological mismatch in long-distance migrants. *Oecologia*, vol. 173, no 3, p. 1101-1112.
- Clausen, K.K., Madsen, J., Cottaar, F., Kuijken, E., & Verschuere, C. (2018). Highly dynamic wintering strategies in migratory geese: Coping with environmental change. *Global Change Biology*, vol. 24, no 7, p. 3214-3225.

- Cloern, J.E., Jassby, A.D., Thompson, J.K., & Hieb, K.A. (2007). A cold phase of the East Pacific triggers new phytoplankton blooms in San Francisco Bay. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 104, no 47, p. 18561-18565.
- Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO) (2014). Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS). In Gouvernement du Mexique, *CONABIO*. <http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicas.html> (Page consultée le 18 mai 2019).
- Comité du Plan nord-américain de gestion de la sauvagine (CPNAGS) (2018). Mise à jour du PNAGS 2018 : Relier les gens, la sauvagine et les milieux humides. Washington, Département de l'Intérieur des É.-U., Environnement et changement climatique Canada & Environnement et ressources naturelle Mexique, 36 p
- Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) (2013). *Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur l'Arlequin plongeur (Histrionicus histrionicus) population de l'Est au Canada*. Ottawa, Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, 42 p. [http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2014/ec/CW69-14-274-2014-fra.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2014/ec/CW69-14-274-2014-fra.pdf) (Page consultée le 20 mars 2019)
- Conroy, M.J., Miller, M.W., & Hines, J.E. (2002). Identification and synthetic modeling of factors affecting American black duck populations. *Wildlife Monographs*, no 105, p. 1-64. [https://www.jstor.org/stable/3830767?seq=3#metadata\\_info\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/3830767?seq=3#metadata_info_tab_contents) (Page consultée le 20 juin 2019).
- Conseil nord-américain de conservation des terres humides Canada (CNACTH) (2015). Strategic Plan 2010-2020, CNACTH (Canada) 16 p. [http://nawcc.wetlandnetwork.ca/NAWCC%20\(Canada\)%20Strategic%20Plan%202010-2020.pdf](http://nawcc.wetlandnetwork.ca/NAWCC%20(Canada)%20Strategic%20Plan%202010-2020.pdf) (Page consultée le 9 juillet 2019).
- Cooper, C., Larson, L., Dayer, A., Stedman, R., & Decker, D. (2015). Are wildlife recreationists conservationists? Linking hunting, birdwatching, and pro-environmental behavior. *The Journal of Wildlife Management*, vol. 79, no 3, p. 446-457.
- Costanzo, G.R. and Hindman, L.J., (2007). Chesapeake Bay breeding waterfowl populations. *Waterbirds*, vol. 3, no 1, p. 17-24.
- Cressie, N., Calder, C.A., Clark, J.S., Hoef, J.M. V., & Wikle, C.K. (2009). Accounting for uncertainty in ecological analysis: the strengths and limitations of hierarchical statistical modeling. *Ecological Applications*, vol. 19, no 3, p. 553-570.
- Crick, H.Q.P. (2004). The impact of climate change on birds: Impact of climate change on birds. *Ibis*, vol. 146, no s1, p. 48-56.
- Culp, L.A., Cohen, E.B., Scarpignato, A.L., Thogmartin, W.E., & Marra, P.P. (2017). Full annual cycle climate change vulnerability assessment for migratory birds. *Ecosphere*, vol. 8, no 3, p. e01565.

- D'Arcy, P., Bibeault, J-F., & Raffa, R. (2005). Climate Change and Marine Transportation on the St. Lawrence River. Exploratory Study of Adaptation Options. Prepared for the St. Lawrence Action Plan Navigation Consensus Building Committee, 140 p. [http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2014/ec/En56-242-2005-eng.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2014/ec/En56-242-2005-eng.pdf) (Page consultée le 18 juillet 2019).
- Dahl, T.E., & Stedman, S.M. (2013). *Status and trends of wetlands in the coastal watersheds of the Conterminous United States 2004 to 2009*. U.S. Department of interior, Fish and Wildlife Service & National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine fisheries Service, 26 p. <https://www.fws.gov/wetlands/documents/status-and-trends-of-wetlands-in-the-coastal-watersheds-of-the-conterminous-us-2004-to-2009.pdf> (Page consultée le 20 mars 2019).
- Dalby, L., Fox, A.D., Petersen, I.K., Delany, S., & Svenning, J.C. (2013). Temperature does not dictate the wintering distributions of European dabbling duck species. *Ibis*, vol. 155, no 1, p. 80-88.
- Daraïche, S., & Bouchard, M. (2018). *Compte-rendu du congrès du conseil de la voie migratoire de l'Atlantique*. Association des sauvaginsiers Saguenay-Lacs-St-Jean. 17 p. [http://sauvaginsiers.org/wp-content/uploads/2018/04/BilanAFC\\_2018.pdf](http://sauvaginsiers.org/wp-content/uploads/2018/04/BilanAFC_2018.pdf) (Page consultée le 3 juin 2019).
- Davey, C.M., Chamberlain, D.E., Newson, S.E., Noble, D.G., & Johnston, A. (2012). Rise of the generalists: Evidence for climate driven homogenization in avian communities. *Global Ecology and Biogeography*, vol. 21, p. 568–578.
- Davis, J.B., Guillemain, M., Kaminski, R.M., Arzel, C., Eadie, J.M., & Rees, E.C. (2014). Habitat and resource use by waterfowl in the northern hemisphere in autumn and winter. *Wildfowl*, no 4, p. 17-69.
- Day Jr, J. W., Barras, J., Clairain, E., Johnston, J., Justic, D., Kemp, G. P., Ko, J.Y., Lame, R., Mitsch, W.J., Steyer, G., *et al.* (2005). Implications of global climatic change and energy cost and availability for the restoration of the Mississippi delta. *Ecological Engineering*, vol. 24, no 4, p. 253-265.
- De La Cruz, S.E., Takekawa, J.Y., Wilson, M.T., Nysewander, D.R., Evenson, J.R., Esler, D., Boyd, W.S., & Ward, D.H. (2009). Spring migration routes and chronology of surf scoters (*Melanitta perspicillata*): a synthesis of Pacific coast studies. *Canadian Journal of Zoology*, vol. 87, no 11, p. 1069-1086.
- De La Cruz, S.E., Eadie, J.M., Miles, A.K., Yee, J., Spragens, K.A., Palm, E.C., & Takekawa, J.Y. (2014). Resource selection and space use by sea ducks during the non-breeding season: Implications for habitat conservation planning in urbanized estuaries. *Biological conservation*, vol. 169, p. 68-78.
- Deal, H.K. (2011). Modern Waterfowl management. *In* Deal, H. K., Wildlife and Natural Ressource Management (p. 97-106). New York, Delmar Cengage learning.

- Delta Waterfowl. (2016). The duck hunters organization. In Delta Waterfowl, *Delta waterfowl*. <https://deltawaterfowl.org/theduckhuntersorganization/> (Page consultée le 3 mai 2019).
- Desgranges, J.L., Ingram, J., Drolet, B., Morin, J., Savage, C., & Borcard, D. (2006). Modelling wetland bird response to water level changes in the Lake Ontario–St. Lawrence River hydrosystem. *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 113, no 1-3, p. 329-365.
- Deutsch, C.A., Tewksbury, J.J., Huey, R.B., Sheldon, K.S., Ghalambor, C.K., Haak, D.C., & Martin, P.R. (2008). Impacts of climate warming on terrestrial ectotherms across latitude. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 105, no 18, p. 6668-6672.
- Dey, C.J., Richardson, E., McGeachy, D., Iverson, S.A., Gilchrist, H.G., & Semeniuk, C.A. (2017). Increasing nest predation will be insufficient to maintain polar bear body condition in the face of sea ice loss. *Global change biology*, vol. 23, no 5, p. 1821-1831.
- Dey, C.J., Semeniuk, C.A., Iverson, S.A., Richardson, E., McGeachy, D., & Gilchrist, H.G. (2018). Forecasting the outcome of multiple effects of climate change on northern common eiders. *Biological conservation*, vol. 220, p. 94-103.
- Dickey, M.H., Gauthier, G., & Cadieux, M.C. (2008). Climatic effects on the breeding phenology and reproductive success of an arctic-nesting goose species. *Global Change Biology*, vol. 14, no 9, p. 1973-1985.
- Diefenbach, D.R., Nichols, J.D., & Hines, J.E. (1988). Distribution patterns of American Black Duck and Mallard winter band recoveries. *The Journal of Wildlife Management*, vol. 52, no 4, p. 704-710.
- Doiron, M., Gauthier, G., & Lévesque, E. (2015). Trophic mismatch and its effects on the growth of young in an Arctic herbivore. *Global Change Biology*, vol. 21, no 12, p. 4364-4376.
- Drent, R.H., Eichhorn, G., Flagstad, A., Van der Graaf, A.J., Litvin, K.E., & Stahl, J. (2007). Migratory connectivity in Arctic geese: spring stopovers are the weak links in meeting targets for breeding. *Journal of ornithology*, vol. 148, no 2, p. 501-514.
- Drever, M.C., Clark, R.G., Derksen, C., Slattery, S.M., Toose, P., & Nudds, T.D. (2012). Population vulnerability to climate change linked to timing of breeding in boreal ducks. *Global Change Biology*, vol. 18, no 2, p. 480-492.
- Ducks Unlimited (2005). ICP Details : Great basin, Ducks Unlimited, *Wetland conservation*. [https://www.ducks.org/conservation/international-conservation-plan/icp-detail-great-basin\\_](https://www.ducks.org/conservation/international-conservation-plan/icp-detail-great-basin_) (Page consultée le 1 mars 2019).
- Ducks Unlimited (s.d.a). Prairie Pothole Region – More Information. Ducks Unlimited, *Where we work*. <https://www.ducks.org/conservation/where-ducks-unlimited-works/prairie-pothole-region/prairie-pothole-region-more-information> (Page consultée le 20 février 2019).

- Ducks Unlimited (s.d. b). Pacific Northwest – More information. Ducks Unlimited, *Where we work*. <https://www.ducks.org/conservation/where-ducks-unlimited-works/pacific-northwest/pacific-northwest-more-information> (Page consultée le 5 mars 2019).
- Ducks Unlimited (s.d.c). Great basin, Ducks Unlimited, *Where we work*. <https://www.ducks.org/conservation/where-ducks-unlimited-works/great-basin/great-basin-more-information> (Page consultée le 10 mars 2019).
- Ducks Unlimited (s.d.d). Southern great plains – more information Ducks Unlimited, *Where we work*. <https://www.ducks.org/conservation/where-ducks-unlimited-works/southern-great-plains/southern-great-plains-more-information> (Page consultée le 11 mars 2019).
- Ducks Unlimited (s.d.e). Gulf Coastal Prairie - More Information. Ducks Unlimited, *Where we work*. <https://www.ducks.org/conservation/where-ducks-unlimited-works/gulf-coastal-prairie/gulf-coastal-prairie-more-information> (Page consultée le 10 mars 2019).
- Duguay, C.R., Prowse, T.D., Bonsal, B.R., Brown, R.D., Lacroix, M.P., & Ménard, P. (2006). Recent trends in Canadian lake ice cover. *Hydrological Processes: An International Journal*, vol. 20, no 4, p. 781-801.
- Duncan, D., & Devries, J. (2018). Agricultural destruction of Northern Pintail nests on cropland in prairie Canada. *Avian Conservation and Ecology*, vol.13, no 2: 6.
- Engilis Jr., A., & Reid, F.A. (1997). Challenges in wetland restoration of the western Great Basin. *International Wader Studies*, vol. 9, p. 71-79.
- Environnement Canada (2012). *Plan nord-américain de gestion de la sauvagine pour 2012: Les gens au service de la conservation de la sauvagine et des terres humides*. Gatineau, Environnement Canada, 70 p.
- Environnement Canada. (2012) *Plan nord-américain de gestion de la sauvagine pour 2012: Les gens au service de la conservation de la sauvagine et des terres humides*. Gatineau, Environnement Canada, 70 p.
- Environnement et Changement Climatique Canada (ECCC) (2013). Planifier un avenir durable : Stratégie fédérale de développement durable pour le Canada 2013-2016). In Gouvernement du Canada. *Environnement et Changement Climatiques Canada*. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/conservation-oiseaux-migrateurs/regions-strategies.html> (Page consultée le 15 mai).
- Environnement et Changement Climatique Canada (ECCC) (2016a). *Indicateurs canadiens de durabilité de l'environnement : Habitat protégé pour la sauvagine*. Gatineau, Environnement et Changement Climatique Canada, 13 p. [https://www.canada.ca/content/dam/eccc/migration/main/indicateurs-indicators/107d6a93-4d72-4df9-831d-0a3ecb8b7c66/habitatsecuredforwaterfowl\\_fr.pdf](https://www.canada.ca/content/dam/eccc/migration/main/indicateurs-indicators/107d6a93-4d72-4df9-831d-0a3ecb8b7c66/habitatsecuredforwaterfowl_fr.pdf) (Page consultée le 16 avril 2019).

- Environnement et Changement Climatique Canada (ECCC) (2016b). *Indicateurs canadiens de durabilité de l'environnement: Étendue des milieux humides au Canada*. Gatineau, Environnement et Changement Climatique Canada, 13 p. [https://www.canada.ca/content/dam/eccc/migration/main/indicateurs-indicators/b253cf38-2984-4ac7-9ab0-b70cfc13e7a7/4.0.b-20wetlands\\_fr.pdf](https://www.canada.ca/content/dam/eccc/migration/main/indicateurs-indicators/b253cf38-2984-4ac7-9ab0-b70cfc13e7a7/4.0.b-20wetlands_fr.pdf) (Page consultée le 17 avril 2019).
- Environnement et Changement Climatique Canada (ECCC) (2017a). Relevé des populations reproductrices et des habitats de la sauvagine. In Gouvernement du Canada. *Environnement et Changement Climatiques Canada*. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/relevés-oiseaux/sauvagine/population-reproductrices-habitats.html> (Page consultée le 19 avril 2019).
- Environnement et Changement Climatique Canada (ECCC) (2017b). Régions de conservation des oiseaux et stratégie. In Gouvernement du Canada. *Environnement et Changement Climatiques Canada*. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/conservation-oiseaux-migrateurs/regions-strategies.html> (Page consultée le 23 avril 2019).
- Environnement et Changement Climatique Canada (ECCC) (2017c). Processus de consultation sur les règlements de chasse aux oiseaux migrateurs considérés comme gibier. In Gouvernement du Canada. *Environnement et Changement Climatiques Canada*. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/chasse-oiseaux-migrateurs-gibier/processus-consultation-reglements.html> (Page consultée le 5 mai 2019).
- Environnement et Changement Climatique Canada (ECCC) (2019a). Zones humides importantes à l'échelle internationale : Convention de Ramsar. In Gouvernement du Canada. *Environnement et Changement Climatiques Canada*. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/organisation/affaires-internationales/partenariats-organisations/zones-humides-importantes-convention-ramsar.html> (Page consultée le 24 avril 2019).
- Environnement et Changement Climatique Canada (ECCC) (2019b). Relevé des populations reproductrices et des habitats de la sauvagine. In Gouvernement du Canada. *Conservation des oiseaux migrateurs*. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/conservation-oiseaux-migrateurs/partenariats.html> (Page consulté le 15 avril 2019).
- Esler, D., & Bond, J.C. (2010). Cross-seasonal dynamics in body mass of male Harlequin Ducks: a strategy for meeting costs of reproduction. *Canadian Journal of Zoology*, vol. 88, no 2, p. 224-230.
- Espelund, M., & Klaveness, D. (2014). Botulism outbreaks in natural environments—an update. *Frontiers in microbiology*, vol. 5, p. 287. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00287> (Page consultée le 4 février 2019).

- Études d'oiseaux Canada (ÉOC) (s.d.a). À propos d'Études d'Oiseaux Canada. In Études d'Oiseaux Canada. *Études d'Oiseaux Canada*. <https://www.oiseauxcanada.org/about.jsp?lang=FR> (Page consultée le 6 mai 2019).
- Études d'oiseaux Canada (ÉOC) (s.d.b). BirdLife au Canada. In Études d'Oiseaux Canada. *Important bird areas*. <https://www.ibacanada.com/birdlife.jsp?lang=fr> (Page consultée le 5 mai 2019).
- Euliss Jr, N.H., Wrubleski, D.A., & Mushet, D.M. (1999). Wetlands of the Prairie Pothole Region: invertebrate species composition, ecology, and management. In Batzer, D.P., Rader, R.B., & Wissinger, S.A. *Invertebrates in Freshwater Wetlands of North America: Ecology and Management* (p. 471-514), New York, John Wiley & Son.
- Euliss Jr., N.H., Jarvis, R.L., & Gilmer, D.S. (1991). Feeding ecology of waterfowl wintering on evaporation ponds in California. *The Condor*, vol. 93, no 3, p. 582-590.
- Ezer, T., Atkinson, L.P., Corlett, W.B., & Blanco, J.L. (2013). Gulf Stream's induced sea level rise and variability along the US mid-Atlantic coast. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, vol. 118, no 2, p. 685-697.
- Fast, P.L., Clark, R.G., Brook, R.W., & Hines, J.E. (2004). Patterns of wetland use by brood-rearing lesser scaup in northern boreal forest of Canada. *Waterbirds*, vol. 27, no 2, p. 177-183.
- Federal, Provincial, and Territorial Governments of Canada. (2014). *2012 Canadian Nature Survey: Awareness, participation, and expenditures in nature-based recreation, conservation, and subsistence activities*. Ottawa, Canadian Councils of Resource Ministers, 188 p. [https://biodivcanada.chm-cbd.net/sites/biodivcanada/files/2017-12/2012\\_Canadian\\_Nature\\_Survey\\_Report%28accessible\\_opt%29.pdf](https://biodivcanada.chm-cbd.net/sites/biodivcanada/files/2017-12/2012_Canadian_Nature_Survey_Report%28accessible_opt%29.pdf) (Page consultée le 24 mars 2019).
- Feldman, R.E., Anderson, M.G., Howerter, D.W., & Murray, D.L. (2015). Where does environmental stochasticity most influence population dynamics? An assessment along a regional core-periphery gradient for prairie breeding ducks. *Global ecology and biogeography*, vol. 24, no 8, p. 896-904.
- Finger, T.A., Afton, A.D., Schummer, M.L., Petrie, S.A., Badzinski, S.S., Johnson, M.A., Szymanski, M.L., Jacobs, K.J., Olsen, G.H., & Mitchell, M.A. (2016). Environmental factors influence lesser scaup migration chronology and population monitoring. *The Journal of Wildlife Management*, vol. 80, no 8, p. 1437-1449.
- Flemming, S.A., Calvert, A., Nol, E., & Smith, P.A. (2016). Do hyperabundant Arctic-nesting geese pose a problem for sympatric species?. *Environmental Reviews*, vol. 24, no 4, p. 393-402.
- Flemming, S.A., Nol, E., Kennedy, L.V., & Smith, P.A. (2019). Hyperabundant herbivores limit habitat availability and influence nest site selection of Arctic-breeding birds. *Journal of Applied Ecology*, vol. 56, no 4, p. 976-987.



- Fleskes, J.P. (2012). Wetlands of the Central Valley of California and Klamath Basin. In Batzer, D., & Baldwin, A., *Wetland habitats of North America: ecology and conservation concerns* (p. 357-370). Berkeley, University of California Press.
- Fleskes, J.P., Halstead, B.J., Casazza, M.L., Coates, P.S., Kohl, J.D., & Skalos, D.A. (2012). Waste rice seed in conventional and stripper-head harvested fields in California: implications for wintering waterfowl. *Journal of Fish and Wildlife Management*, vol. 3, no 2, p. 266-275.
- Flint, P.L. (2013). Changes in size and trends of North American sea duck populations associated with North Pacific oceanic regime shifts. *Marine Biology*, vol. 160, no 1, p. 59-65.
- Flores-Verdugo, F.J., Casasola, P., De la Lanza-Espino, G., & Agraz-Hernández, C. (2011). El manglar, otros humedales costeros y el cambio climático. In Botello, A.V., Villanueva, S., Gutiérrez, J., & Rojas Galaviz, J.L., *Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático*, 2e éd. (p. 205-228). México, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, UNAM-ICMyL & Universidad Autónoma de Campeche.
- Foden, W.B., & Young, B.E. (2016). *IUCN SSC Guidelines for Assessing Species' Vulnerability to Climate Change*, (Version 1.0), Occasional Paper of the IUCN Species Survival Commission No. 59. Cambridge, UK and Gland, Switzerland: IUCN Species Survival Commission. 114 p.
- Fontaine, J.J., Decker, K.L., Skagen, S.K., & van Riper, C. (2009). Spatial and temporal variation in climate change: a bird's eye view. *Climatic Change*, vol. 97, no 1-2, p. 305-311.
- Fox, A.D., Flint, P.L., Hohman, W.L., & Savard, J.P.L. (2014). Waterfowl habitat use and selection during the remigial moult period in the northern hemisphere. *Wildfowl*, no 4, p. 131-168.
- Fox, A.D., Jónsson, J.E., Aarvak, T., Bregnballe, T., Christensen, T.K., Clausen, K.K., Clausen, P., Dalby, L., Holm, T.E, Pavon-Jordon, D., *et al.* (2015). Current and potential threats to Nordic duck populations—a horizon scanning exercise. *Annales Zoologici Fennici*, vol. 52, no 4, p. 193-221
- Fox, A.D., & Abraham, K.F. (2017). Why geese benefit from the transition from natural vegetation to agriculture. *Ambio*, vol. 46, no 2, p. 188-197.
- Fox, A.D., & Madsen, J. (2017). Threatened species to super-abundance: The unexpected international implications of successful goose conservation. *Ambio*, vol. 46, no 2, p. 179-187.
- Fox, A.D., & Leafloor, J.O. (2018). A global audit of the status and trends of Arctic and Northern Hemisphere goose populations. Akureyri, Conservation of arctic flora and fauna international secretariat, 31 p. <https://oaarchive.arctic-council.org/handle/11374/2162> (Page consultée le 7 juin 2019).
- Francoeur, X. (2012). *Effets des changements climatiques sur la phénologie printanière de l'avifaune du Québec*. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Rimouski, Rimouski, Québec, 78 p.

- Fuller, K., Shear, H., & Wittig, J. (1995). *The Great Lakes: An Environmental Atlas and Resource Book*, 3e éd. Chicago, Illinois, USA. U.S. Environmental Protection Agency and Environment Canada. Great Lakes National Program Office, 75 p.
- Gardali, T., Seavy, N.E., DiGaudio, R.T., & Comrack, L.A. (2012). A climate change vulnerability assessment of California's at-risk birds. *PLoS One*, vol. 7, no 3, p. e29507. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029507> (Page consultée le 8 février 2019).
- Gauthier, G., Péron, G., Lebreton, J.D., Grenier, P., & van Oudenhove, L. (2016). Partitioning prediction uncertainty in climate-dependent population models. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 283, no 1845, p. 20162353. <https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rspb.2016.2353> (Page consultée le 9 juin 2019).
- Gendron, M.H., & Smith, A.C. (2019). National Harvest Survey, General harvest data selection. In Gouvernement du Canada, *Service Canadien de la faune, Environnement et Changement Climatique Canada*. <https://wildlife-species.canada.ca/harvest-survey/P002/A001/?lang=e> (Page consultée le 9 août 2019).
- Gilchrist, H.G., & Robertson, G.J. (2000). Observations of marine birds and mammals wintering at polynyas and ice edges in the Belcher Islands, Nunavut, Canada. *Arctic*, vol. 51, no 1, p. 61-68.
- Gilchrist, G., Mallory, M., & Merkel, F. (2005). Can local ecological knowledge contribute to wildlife management? Case studies of migratory birds. *Ecology and Society*, vol. 10, no 1. P. 20. [https://www.jstor.org/stable/26267752?seq=1&cid=pdf-reference#references\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/26267752?seq=1&cid=pdf-reference#references_tab_contents) (Page consultée le 10 juin 2019).
- Glick, P. (2005). *The waterfowlers guide to global warming*. Washington. National Wildlife Federation, 48 p. <https://www.nwf.org/~media/PDFs/Global-Warming/Reports/WaterfowlersGuideToGlobalWarming.ashx> (Page consultée le 3 mars 2019).
- Godsey, S.E., Kirchner, J.W., & Tague, C.L. (2014). Effects of changes in winter snowpacks on summer low flows: case studies in the Sierra Nevada, California, USA. *Hydrological Processes*, vol. 28, no 19, p. 5048-5064.
- Gouvernement du Canada. (2011). *Cadre stratégique fédéral sur l'adaptation*, Gatineau, Environnement Canada, 12 p. [https://www.canada.ca/content/dam/eccc/migration/cc/content/2/b/2/2b2a953e-756b-4e8c-a2ba-3fbdc3324dba/4214\\_federal-20adaptation-20policy-20framework\\_fr.pdf](https://www.canada.ca/content/dam/eccc/migration/cc/content/2/b/2/2b2a953e-756b-4e8c-a2ba-3fbdc3324dba/4214_federal-20adaptation-20policy-20framework_fr.pdf) (Page consultée le 4 juillet 2019).
- Grand, J.B. (1992). Breeding Chronology of Mottled Ducks in a Texas Coastal Marsh (Cronología Reproductiva de *Anas fulvigula* en un Anegado Costanero de Texas). *Journal of Field Ornithology*, vol. 63, no 2, p. 195-202.

- Great Lakes Integrated Sciences and Assessments (GLISA) (s. d.) Precipitations. In GLISA, *Precipitations*. <http://glisa.umich.edu/climate/precipitation> (Page consulté le 23 février 2019).
- Green, A.W., & Krementz, D.G. (2008). Mallard harvest distributions in the Mississippi and Central Flyways. *The Journal of Wildlife Management*, vol. 72, no 6, p. 1328-1334.
- Greenwood, R.J., Sargeant, A.B., Johnson, D.H., Cowardin, L.M., & Shaffer, T.L. (1995). Factors associated with duck nest success in the prairie pothole region of Canada. *Wildlife monographs*, vol. 128, p. 3-57.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (2018). Summary for Policymakers. In Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H.O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P.R., Pirani, A., Moufouma-Okia, W., Péan, C., Pidcock, R., Connors, S., Matthews, J.B.R., Chen, Y., Zhou, X., Gomis, M.I., Lonnoy, E., Maycock, T., Tignor, M., & Waterfield, T. *Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* (p. 1-24). Geneva, World Meteorological Organization.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2007). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK, Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J., & Hanson, C.E., Cambridge University Press, 996 p.
- Guéry, L., Descamps, S., Pradel, R., Hanssen, S.A., Erikstad, K.E., Gabrielsen, G.W., Gilchrist, G., & Bêty, J. (2017). Hidden survival heterogeneity of three Common eider populations in response to climate fluctuations. *Journal of Animal Ecology*, vol. 86, no 3, p. 683-693.
- Gurney, K.E., Clark, R.G., Slattery, S.M., Smith-Downey, N.V., Walker, J., Armstrong, L.M., Stephens, S.E., Petrula, M., Corcoran, R.M., Martin, K.H., *et al.* (2011). Time constraints in temperate-breeding species: influence of growing season length on reproductive strategies. *Ecography*, vol. 34, no 4, p. 628-636.
- Gurney, K.E., Wood, C.J., Alisauskas, R.T., Wayland, M., DeVink, J.M.A., & Slattery, S.M. (2014). Identifying carry-over effects of wintering area on reproductive parameters in White-winged Scoters: An isotopic approach. *The Condor: Ornithological Applications*, vol. 116, no 2, p. 251-264.
- Gutiérrez, R.J., Wood, K.A., Redpath, S.M., & Young, J.C. (2016). Conservation conflicts: future research challenges. In Mateo R., Arroyo B., Garcia J. *Current trends in wildlife research* (p. 267-282). Switzerland, Springer International Publishing.
- Guyot, M., Dickson, C., Paci, C., Furgal, C., & Chan, H.M. (2006). Local observations of climate change and impacts on traditional food security in two northern Aboriginal communities. *International journal of circumpolar health*, vol. 65, no 5, p. 403-415.

- Gwinner, E. (1996). Circannual clocks in avian reproduction and migration. *Ibis*, vol. 138, no 1, p. 47-63.
- Habitat Faunique Canada (2018a). Ce que nous faisons. *In* Habitat Faunique Canada. <https://whc.org/fr/ce-que-nous-faisons/> (Page consultée le 17 avril 2020).
- Habitat faunique Canada (2018b). Objectifs *In* Habitat faunique Canada. À propos. <https://whc.org/fr/a-propos/> (Page consultée le 27 juillet 2019).
- Hagy, H.M., Yaich, S.C., Simpson, J.W., Carrera, E., Haukos, D.A., Johnson, W.C., Loesch, C.R., Reid, F.A., Stephens, S.E., Tiner, R.W., & Werner, B.A. (2014). Wetland issues affecting waterfowl conservation in North America. *Wildfowl*, no 4, p. 343-367.
- Hansen, H.A., & McKnight, D.E. (1964). Emigration of drought-displaced ducks to the Arctic. *Transactions of the North American Wildlife and Natural Resources Conference*, vol. 29, p. 119-127).
- Hansson, L.A., Ekvall, M.K., Ekvall, M.T., Ahlgren, J., Holm, W.S., Dessborn, L., & Brönmark, C. (2014). Experimental evidence for a mismatch between insect emergence and waterfowl hatching under increased spring temperatures. *Ecosphere*, vol. 5, no 9, p. 1-9.
- Harshaw, H.W. (2018). *North American Waterfowl Hunting Survey: Canadian National Technical Report*. Edmonton, University of Alberta, Faculty of Kinesiology, Sport, and Recreation, 198 p. [https://nawmp.org/sites/default/files/2018-11/18-11-26\\_CAN-NAWMP\\_Hunter-Pacific-Flyway-Technical-Report.pdf](https://nawmp.org/sites/default/files/2018-11/18-11-26_CAN-NAWMP_Hunter-Pacific-Flyway-Technical-Report.pdf) (Page consultée le 3 juillet 2019).
- Haszard, S., & Clark, R.G. (2007). Wetland use by white-winged scoters (*Melanitta fusca*) in the Mackenzie Delta region. *Wetlands*, vol. 27, no 4, p. 855-863.
- Haukos, D.A., & Smith, L.M. (2003). Past and future impacts of wetland regulations on playa ecology in the Southern Great Plains. *Wetlands*, vol. 23, no 3, p. 577-589.
- Heberlein, T.A., Ericsson, G., & Wollscheid, K.U. (2002). Correlates of hunting participation in Europe and North America. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft*, vol. 48, no 1, p.320-326.
- Heffelfinger, J.R., Geist, V., & Wishart, W. (2013). The role of hunting in North American wildlife conservation. *International Journal of Environmental Studies*, vol. 70, no 3, p. 399-413.
- Henri, D., Gilchrist, H.G., & Peacock, E. (2010). Understanding and managing wildlife in Hudson Bay under a changing climate: Some recent contributions from Inuit and Cree ecological knowledge. *In* Ferguson, S.H., Loseto, L.L., & Mallory, M.L., *A Little Less Arctic* (p. 267-289). Dordrecht, Springer.
- Hestbeck, J.B., Nichols, J.D., & Hines, J.E. (1992). The relationship between annual survival rate and migration distance in Mallards: An examination of the time-allocation hypothesis for the evolution of migration. *Canadian Journal of Zoology*, vol. 70, no 10, p. 2021-2027.

- Heusmann, H.W., & Sauer, J.R. (2000). The northeastern states' waterfowl breeding population survey. *Wildlife Society Bulletin*, vol. 28, no 2, p. 355-364.
- Hilbert, D.W., Bradford, M., Parker, T., & Westcott, D.A. (2004). Golden bowerbird (*Prionodura newtonia*) habitat in past, present and future climates: predicted extinction of a vertebrate in tropical highlands due to global warming. *Biological Conservation*, vol. 116 no 3, p. 367-377.
- Hoekman, S.T., Mills, L.S., Howerter, D.W., Devries, J.H., & Ball, I.J. (2002). Sensitivity analyses of the life cycle of midcontinent mallards. *The Journal of wildlife management*, vol. 66, no 33, p. 883-900.
- Hogan, D., Tompson, J.E., Esler, D. & Boyd, W.S. (2011). Discovery of important postbreeding sites for Barrow's Goldeneye in the boreal transition zone of Alberta. *Waterbirds* vol. 34, no 3, p. 261–388.
- Hohman, W.L., Lindstrom, E.B., Rashford, B.S., & Devries, J.H. (2014). Opportunities and challenges to waterfowl habitat conservation on private land. *Wildfowl*, no 4, p.368-406.
- Holopainen, S., Arzel, C., Dessborn, L., Elmberg, J., Gunnarsson, G., Nummi, P., Pöysä, H., & Sjöberg, K. (2015). Habitat use in ducks breeding in boreal freshwater wetlands: a review. *European Journal of Wildlife Research*, vol. 61, no 3, p. 339-363.
- Holyoak, M., & Heath, S.K. (2016). The integration of climate change, spatial dynamics, and habitat fragmentation: A conceptual overview. *Integrative zoology*, vol. 11, no 1, p. 40-59.
- Huang, Q., Sauer, J.R., & Dubayah, R.O. (2017). Multidirectional abundance shifts among North American birds and the relative influence of multifaceted climate factors. *Global change biology*, vol. 23, no 9, p. 3610-3622.
- Humburg, D.D., Anderson, M.G., Brasher, M.G., Carter, M.F., Eadie, J.M., Fulton, D.C., Johnson, F.A., Runge, M.C., & Vrtiska, M.P. (2018). Implementing the 2012 North American Waterfowl Management Plan revision: Populations, habitat, and people. *The Journal of Wildlife Management*, vol. 82, no 2, p. 275-286.
- Hüppop, O., & Hüppop, K. (2003). North Atlantic Oscillation and timing of spring migration in birds. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, vol. 270, no 1512, p. 233-240.
- Iles, D.T., Peterson, S.L., Gormezano, L.J., Koons, D.N., & Rockwell, R.F. (2013). Terrestrial predation by polar bears: not just a wild goose chase. *Polar biology*, vol. 36, no 9, p. 1373-1379.
- Iles, D.T., Rockwell, R.F., & Koons, D.N. (2018). Reproductive success of a keystone herbivore is more variable and responsive to climate in habitats with lower resource diversity. *Journal of Animal Ecology*, vol. 87, no 4, p. 1182-1191.

- Initiative de conservation des oiseaux de l'Amérique du Nord (ICOAN) Canada (s. d.) À Propos In ICOAN Canada, ICOAN Canada. <http://nabci.net/a-propos/?lang=fr> (Page consultée le 15 mai 2019).
- Inkley, D.B., Anderson, M.G., Blaustein, A.R., Burkett, V.R., Felzer, B., Griffith, B., Price, J., & Root, L. (2004). *Global climate change and wildlife in North America*. Bethesda, Wildlife Society, 26 p.
- Intermountain West Joint Venture (2013). *Implementation Plan – Strengthening Science and Partnerships*. Missoula, Intermountain West Joint Venture, 384 p. [https://iwjv.org/sites/default/files/iwjv\\_implementationplan-final\\_medium.pdf](https://iwjv.org/sites/default/files/iwjv_implementationplan-final_medium.pdf) (Page consultée le 19 février 2019).
- Iverson, S.A., Gilchrist, H.G., Smith, P.A., Gaston, A.J., & Forbes, M.R. (2014). Longer ice-free seasons increase the risk of nest depredation by polar bears for colonial breeding birds in the Canadian Arctic. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, vol. 281, no 1779, p. 20133128. <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.3128> (Page consultée le 15 janvier 2019).
- Janke, A.K., Anteau, M.J., & Stafford, J.D. (2019). Prairie wetlands confer consistent migrant refueling conditions across a gradient of agricultural land use intensities. *Biological Conservation*, vol. 229, p. 99-112.
- Jenouvrier, S., Caswell, H., Barbraud, C., Holland, M., Ströve, J., & Weimerskirch, H. (2009). Demographic models and IPCC climate projections predict the decline of an emperor penguin population. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 106, no 6, p. 1844-1847.
- Jenouvrier, S. (2013). Impacts of climate change on avian populations. *Global Change Biology*, vol. 19, no 7, p. 2036-2057.
- Johnson, D.H., & Grier, J.W. (1988). Determinants of breeding distributions of ducks. *Wildlife Monographs*, no 100, p. 3-37.
- Johnson, F. (2017). Shifting Perspectives in Resource Governance, In Future of Waterfowl Workshop 2, Workshop Presentations, Shepherdstown (27 septembre 2017), <https://nawmp.org/sites/default/files/2018-01/9-27%20Johnson%20-%20Shifting%20Perspectives%20in%20Resource%20Governance%20v6.pdf> (Page consultée le 5 juin 2019).
- Johnson, F.A., Boomer, G.S., Williams, B.K., Nichols, J.D., & Case, D.J. (2015). Multilevel learning in the adaptive management of waterfowl harvests: 20 years and counting. *Wildlife Society Bulletin*, vol. 39, no 1, p. 9-19.
- Johnson, F.A., Fackler, P.L., Boomer, G.S., Zimmerman, G.S., Williams, B.K., Nichols, J.D., & Dorazio, R.M. (2016). State-dependent resource harvesting with lagged information about system states. *PloS one*, vol. 11, no 6, p.e0157373.

<https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0157373&type=printable> (Page consultée le 20 juillet 2019).

- Johnson, F.A., Zimmerman, G.S., Huang, M.T., Padding, P.I., Balkcom, G.D., Runge, M.C., & Devers, P.K. (2019) Multi-species duck harvesting using dynamic programming and multi-criteria decision analysis. *Journal of Applied Ecology*, vol. 56, no 6, p. 1447-1459.
- Johnson, W.C., Boettcher, S.E., Poiani, K.A., & Guntenspergen, G. (2004). Influence of weather extremes on the water levels of glaciated prairie wetlands. *Wetlands*, vol. 24, no 2, p. 385-398.
- Johnson, W.C., Millett, B.V., Gilmanov, T., Voldseth, R.A., Guntenspergen, G.R., & Naugle, D.E. (2005). Vulnerability of northern prairie wetlands to climate change. *BioScience*, vol. 55, no 10, p. 863-872.
- Johnson, W.C., Werner, B., Guntenspergen, G.R., Voldseth, R.A., Millett, B., Naugle, D.E., Tulbure, M., Carroll, R.W.H., Tracy, J., & Olawsky, C. (2010a). Prairie wetland complexes as landscape functional units in a changing climate. *BioScience*, vol. 60, no 2, p. 128-140.
- Johnson, W.P., Baar, L., Matlack, R.S., & Barron, R.B. (2010b). Hatching Chronology of Ducks using Playas in the Southern High Plains of Texas. *The American Midland Naturalist*, vol. 163, no 1, p. 247-254.
- Johnson, W.P., Rice, M.B., Haukos, D.A., & Thorpe, P.P. (2011). Factors influencing the occurrence of inundated playa wetlands during winter on the Texas High Plains. *Wetlands*, vol. 31, no 6, p. 1287-1296.
- Jónsson, J.E., & Afton, A.D. (2015). Are wintering areas shifting north? Learning from lesser snow geese banded in southwest Louisiana. *Southeastern naturalist*, vol. 14, no 2, p. 293-308.
- Kadlec, J.A., & Smith, L.M. (1989). The Great Basin marshes. In Smith, L.M., Pederson, R.L., & Kaminski, R.L., *Habitat management for migrating and wintering waterfowl in North America* (p. 451-474). Lubbock, Texas Tech University Press.
- Keddy, P.A. (2000). *Wetland ecology: principles and conservation*. Cambridge, Cambridge University Press, 614 p.
- Kellert, S.R., Case, D.J., Escher, D., Witter, D.J., Mikels-Carrasco, J., & Seng, P.T. (2017). *The nature of Americans: disconnection and recommendations for reconnection*. Mishawaka, Indiana, USA, The Nature of Americans National Report, DJ Case and Associates, 364 p. [https://natureofamericans.org/sites/default/files/reports/Nature-of-Americans National Report 1.3 4-26-17.pdf](https://natureofamericans.org/sites/default/files/reports/Nature-of-Americans%20National%20Report%201.3%204-26-17.pdf) (Page consultée le 11 juillet, 2019).
- Kelly, J.P., Rothenbach, C.A., & Weathers, W.W. (2018). Echoes of numerical dependence: responses of wintering waterbirds to Pacific herring spawns. *Marine Ecology Progress Series*, vol. 597, p. 243-257.

- Kenamer, R.A. (2001). Relating climatological patterns to wetland conditions and wood duck production in the Southeastern Atlantic Coastal Plain. *Wildlife Society Bulletin*, vol. 29, no 4, p. 1193-1205.
- Kirwan, M.L., Guntenspergen, G.R., d'Alpaos, A., Morris, J.T., Mudd, S.M., & Temmerman, S. (2010). Limits on the adaptability of coastal marshes to rising sea level. *Geophysical research letters*, vol. 37, no 23, p. 1-5.
- Klimas, C., Murray, E., Foti, T., Pagan, J., Williamson, M., & Langston, H. (2009). An ecosystem restoration model for the Mississippi Alluvial Valley based on geomorphology, soils, and hydrology. *Wetlands*, vol. 29, no 2, p. 430-450.
- Knezevic, I. (2009). Hunting and environmentalism: Conflict or misperceptions. *Human dimensions of wildlife*, vol. 14, no 1, p. 12-20.
- Knudsen, E., Lindén, A., Both, C., Jonzén, N., Pulido, F., Saino, N., Sutherland, W.J., Bach, L.A., Coppack, T., Ergon, T., *et al.* (2011). Challenging claims in the study of migratory birds and climate change. *Biological Reviews*, vol. 86, no 4, p. 928-946.
- Koenig, W.D., & Liebhold, A.M. (2016). Temporally increasing spatial synchrony of North American temperature and bird populations. *Nature Climate Change*, vol. 6, no 6, p. 614-617.
- Koons, D.N., Rockwell, R.F., & Aubry, L.M. (2014). Effects of exploitation on an overabundant species: the lesser snow goose predicament. *Journal of Animal Ecology*, vol. 83, no 2, p. 365-374.
- Koons, D.N., Arnold, T.W., & Schaub, M. (2017). Understanding the demographic drivers of realized population growth rates. *Ecological Applications*, vol. 27, no 7, p. 2102-2115.
- Koons, D.N., Aubry, L.M., & Rockwell, R.F. (2019). Liberalized harvest regulations have not affected overabundant Snow Geese in Northern Manitoba. *The Condor: Ornithological Applications*, vol. 121, no 2, p. 1-13
- Kovacs, J.M., Malczewski, J., & Flores-Verdugo, F. (2004). Examining Local Ecological Knowledge of Hurricane Impacts in a Mangrove Forest Using an Analytical Hierarchy Process (AHP) Approach. *Journal of Coastal Research*, vol. 20, no 3, p. 792-800.
- Krainyk, A., Ballard, B.M., Brasher, M.G., Wilson, B.C., Parr, M.W., & Edwards, C.K. (2019). Decision support tool: Mottled duck habitat management and conservation in the Western Gulf Coast. *Journal of environmental management*, vol. 230, p. 43-52.
- Krapu, G.L., Klett, A.T., & Jorde, D.G. (1983). The effect of variable spring water conditions on mallard reproduction. *The Auk*, vol. 100, no 3, p. 689-698.
- Krcmar, E., van Kooten, G.C., & Chan-McLeod, A. (2010). *Waterfowl Harvest Benefits in Northern Aboriginal Communities and Potential Climate Change Impacts (No. 1778-2016-141686)*. Victoria, Resource Economics & Policy Analysis Research Group, Département of Economics



University of Victoria, 20 p. <https://tind-customer-agecon.s3.amazonaws.com/4f9099a3-2229-4c72-9f21-0bddf54ee52c?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DUTF-8%27%27WorkingPaper2010-05.pdf&response-content-type=application%2Fpdf&AWSAccessKeyId=AKIAXL7W7Q3XHXDVDQYS&Expires=1564605881&Signature=8u0N7uFGP2hBWRIdVEfuLi4pw5w%3D> (Page consultée le 9 juillet 2019).

- Kremetz, D.G., Asante, K., & Naylor, L.W. (2012). Autumn migration of Mississippi Flyway Mallards as determined by satellite telemetry. *Journal of Fish and Wildlife Management*, vol. 3, no 2, p. 238-251.
- Lamarre, J.F., Legagneux, P., Gauthier, G., Reed, E.T., & Bêty, J. (2017). Predator-mediated negative effects of overabundant snow geese on arctic-nesting shorebirds. *Ecosphere*, vol. 8, no 5, p. e01788.
- Lameris, T.K., Scholten, I., Bauer, S., Cobben, M.M.P., Ens, B.J., & Nolet, B.A. (2017). Potential for an Arctic-breeding migratory bird to adjust spring migration phenology to Arctic amplification. *Global Change Biology*, vol. 23, no 10, p. 4058-4067.
- Landgrave, R., & Moreno-Casasola, P. (2012). Evaluación cuantitativa de la pérdida de humedales en México. *Investigación ambiental Ciencia y política pública*, vol. 4, no 1, p. 19-35.
- Lange, C.J., Collins, D.P., Metzger, K.L., & Ballard, B.M. (2018). Predicting impacts of sea level rise on wintering redhead ducks along the lower Texas Coast. *Global ecology and conservation*, vol. 16, p. e00481. (Page consultée le 20 juin 2019).
- Langham, G.M., Schuetz, J.G., Distler, T., Soykan, C.U., & Wilsey, C. (2015). Conservation status of North American birds in the face of future climate change. *PloS one*, vol. 10, no 9, p. e0135350, (Page consultée le 5 juin 2019).
- Larson, L.R., Stedman, R.C., Decker, D.J., Siemer, W.F., & Baumer, M.S. (2014). Exploring the social habitat for hunting: Toward a comprehensive framework for understanding hunter recruitment and retention. *Human Dimensions of Wildlife*, vol. 19, no 2, p.105-122.
- Lehikoinen, A., Kilpi, M. & Öst, M. (2006). Winter climate affects subsequent breeding success of common eiders. *Global Change Biology*, vol. 12, no 7, p.1355-1365.
- Lehikoinen, A., Jaatinen, K., Vähätalo, A.V., Clausen, P., Crowe, O., Deceuninck, B., Hearn, R., Holt, C.A., Hornman, M., Keller, V. *et al.* (2013). Rapid climate driven shifts in wintering distributions of three common waterbird species. *Global Change Biology*, vol. 19, no 7, p. 2071-2081.
- Leimu, R., Vergeer, P., Angeloni, F., & Ouborg, N.J. (2010). Habitat fragmentation, climate change, and inbreeding in plants. *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 1195, no 1, p. 84-98.

- Lemieux, C.J., Beechey, T.J., Scott, D.J., & Gray, P.A. (2011). The state of climate change adaptation in Canada's protected areas sector. *The Canadian Geographer*, vol., 55, no 3, p. 301-317.
- Lepage, C., Bordage, D., Dauphin, D., Bolduc, F., & Audet, B. (2015). *Quebec Waterfowl Conservation Plan, 2011* (Technical Report Series No. 532), Québec, Canadian Wildlife Service, Environment Canada, Quebec Region, 222 p. [http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2016/eccc/CW66-228-1-2015-eng.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2016/eccc/CW66-228-1-2015-eng.pdf) (Page consultée le 10 mars 2019).
- Lepage, D., Gauthier, G., & Reed, A. (1998). Seasonal variation in growth of greater snow goose goslings: the role of food supply. *Oecologia*, vol. 114, no 2, p. 226-235.
- Leroux, S.J., Schmiegelow, F.K., Cumming, S.G., Lessard, R.B., & Nagy, J. (2007). Accounting for system dynamics in reserve design. *Ecological Applications*, vol. 17, no 7, p. 1954-1966.
- Lewis, T.L., Lindberg, M.S., Schmutz, J.A., Bertram, M.R., & Dubour, A.J. (2015). Species richness and distributions of boreal waterbird broods in relation to nesting and brood-rearing habitats. *The Journal of Wildlife Management*, vol. 79, no 2, p. 296-310.
- Ley General de Vida Silvestre*. DOF, 2018, p. 1-72.
- Loesch, C.R., Reynolds, R.E. & Hansen, L.T. (2012). An assessment of re-directing breeding waterfowl conservation relative to predictions of climate change. *Journal of Fish and Wildlife Management*, vol. 3, no 1, p. 1-22.
- Lofgren, B.M., & Rouhana, J. (2016). Physically plausible methods for projecting changes in Great Lakes water levels under climate change scenarios. *Journal of Hydrometeorology*, vol. 17, no 8, p. 2209-2223.
- Loi de 1994 sur la convention concernant les oiseaux migrateurs*, L.C. 1994, c. 22.
- Loi sur les espèces en péril*, L.C. 2002, c. 29.
- Lok, E.K., Kirk, M., Esler, D., & Boyd, W.S. (2008). Movements of pre-migratory Surf and White-winged scoters in response to Pacific herring spawn. *Waterbirds*, vol. 31, no 3, p. 385-394.
- Lok, E.K., Esler, D., Takekawa, J.Y., Susan, W., Boyd, W.S., Nysewander, D.R., .Evenson, J.R., & Ward, D.H. (2012). Spatiotemporal associations between Pacific herring spawn and surf scoter spring migration: evaluating a "silver wave" hypothesis. *Marine Ecology Progress Series*, vol. 457, p. 139-150.
- Long, P.R., Székely, T., Kershaw, M., & O'Connell, M. (2007). Ecological factors and human threats both drive wildfowl population declines. *Animal conservation*, vol. 10, no 2, p. 183-191.
- Lonsdorf, E.V., Thogmartin, W.E., Jacobi, S., Aagaard, K., Coppen, J., Davis, A., Fox, T., Heglund, P. Johnson, R., Jones, M.T. *et al.* (2016). A generalizable energetics-based model of avian migration to facilitate continental-scale waterbird conservation. *Ecological applications*, vol. 26, no 4, p. 1136-1153.

- Lovvorn, J.R., Rocha, A.R., Mahoney, A.H., & Jewett, S.C., (2018). Sustaining ecological and subsistence functions in conservation areas: eider habitat and access by Native hunters along landfast ice. *Environmental Conservation*, vol. 45, no 4, p. 361-369.
- Lynch, C., Seth, A., & Thibeault, J. (2016): Recent and projected annual cycles of temperature and precipitation in the northeast United States from CMIP5. *Journal of Climate*, vol. 29, no 1, p. 347–365.
- Mahoney, S.P., & Jackson, J.J. (2013). Enshrining hunting as a foundation for conservation—the North American Model. *International Journal of Environmental Studies*, vol. 70, no 3, p. 448-459.
- Mallory, M.L., Gaston, A.J., Gilchrist, H.G., Robertson, G.J., & Braune, B.M. (2010) Effects of Climate Change, Altered Sea-Ice Distribution and Seasonal Phenology on Marine Birds. In Ferguson, S.H., Loseto, L.L., & Mallory, M.L., *A Little Less Arctic* (p. 179-195). Dordrecht, Springer.
- Mallory, M.L., Gaston, A.J., Provencher, J.F., Wong, S.N., Anderson, C., Elliott, K.H., Gilchrist, G., Janssen, M., Lazarus, T., Patterson, A., *et al.* (2018). Identifying key marine habitat sites for seabirds and sea ducks in the Canadian Arctic. *Environmental Reviews*, vol. 27, no 2, p. 215-240.
- Matthews, J.H. (2008). *Anthropogenic climate change in the Playa Lakes Joint Venture Region, understanding impacts, discerning trends, and developing responses*. Corvallis, World Wildlife Fund & Playa Lakes Joint Venture, 40 p. [http://www.pljv.org/documents/science/PLJV\\_climate\\_change\\_review.pdf](http://www.pljv.org/documents/science/PLJV_climate_change_review.pdf) (Page consultée le 4 février 2019).
- Maurer, E.P., & Duffy, P.B. (2005). Uncertainty in projections of streamflow changes due to climate change in California. *Geophysical Research Letters*, vol. 32, no 3, p 1-5.
- Mayor, S.J., Guralnick, R.P., Tingley, M.W., Otegui, J., Withey, J.C., Elmendorf, S.C., Andrew, M.E., Leyk, S., Pearse, I.S., & Schneider, D.C. (2017). Increasing phenological asynchrony between spring green-up and arrival of migratory birds. *Scientific Reports*, vol. 7, no 1902, p. 1-10.
- McFarlane, B.L., & Boxall, P.C. (1996). Participation in wildlife conservation by birdwatchers. *Human Dimensions of Wildlife*, vol. 1, no 3, p.1-14.
- McFarlane, G.A., King, J.R., & Beamish, R.J. (2000). Have there been recent changes in climate? Ask the fish. *Progress in Oceanography*, vol. 47, no 2-4, p. 147-169.
- McKinnon, L., Smith, P.A., Nol, E., Martin, J.L., Doyle, F.I., Abraham, K.F., Gilvhrst, H.G., Morrison, R.I.G., & Bêty, J. (2010). Lower predation risk for migratory birds at high latitudes. *Science*, vol. 327, no 5963, p. 326-327.
- Meatley, D.E., McWilliams, S.R., Paton, P.W. C., Lepage, C., Gilliland, S.G., Savoy, L., Olsen, G.H., & Osenkowski, J.E. (2018). Annual cycle of White-winged Scoters (*Melanitta fusca*) in eastern North America: migratory phenology, population delineation, and connectivity. *Canadian Journal of Zoology*, vol. 96, no 12, p. 1353-1365.

Michel, N.L., Smith, A.C., Clark, R.G., Morrissey, C.A., & Hobson, K.A. (2016). Differences in spatial synchrony and interspecific concordance inform guild-level population trends for aerial insectivorous birds. *Ecography*, vol. 39, no 8, p. 774-786.

Michot, T.C. (1996). Marsh loss in coastal Louisiana: implications for management of North American Anatidae. *Gibier faune sauvage*, vol. 13, no 3, p. 941-957.

Michot, T.C. (2000). Comparison of wintering redhead populations in four Gulf of Mexico seagrass beds. In Comín, F.A.; Herrera, J.A., & Ramírez, J. *Limnology and Aquatic Birds: Monitoring, Modelling, and Management* (p. 243-260), Merida, Mexico, Universidad Autonoma de Yucatan.

#### *Migratory Bird Conservation Act*

Migratory Bird Joint Venture (2017) Joint Venture Map. In Migratory Bird Joint Venture, *Who We Are*. <https://mbjv.org/joint-venture-map/> (Page consultée le 20 mai 2019).

#### *Migratory Bird Treaty Act*

Miller, C.A., & Ahlers, A.A. (2017). Where Does the Money Go? Awareness of Federal Duck Stamp Fund Expenditures Among Illinois Waterfowl Hunters. *Human Dimensions of Wildlife*, vol. 22, no 3, p. 291-294.

Miller, M.R., Takekawa, J.Y., Fleskes, J.P., Orthmeyer, D.L., Casazza, M.L., & Perry, W.M. (2005). Spring migration of Northern Pintails from California's Central Valley wintering area tracked with satellite telemetry: routes, timing, and destinations. *Canadian Journal of Zoology*, vol. 83, no 10, p. 1314-1332.

Miller, N.L., Bashford, K.E., & Strem, E. (2003). Potential impacts of climate change on California hydrology. *Journal of the American Water Resources Association*, vol. 39, no 4, p. 771-784.

Miller-Rushing, A.J., Primack, R.B., & Sekercioglu, C.H. (2010). Conservation consequences of climate change for birds. In Moller, A.P., Fiedler, W., & Berthold, P., *Effects of climate change on birds* (p. 295-306). New York, Oxford University Press.

Mills, A.M. (2005). Changes in the timing of spring and autumn migration in North American migrant passerines during a period of global warming: Passerine migration and global warming. *Ibis*, vol. 147, no 2, p. 259-269.

Mitsch, W.J., & Hernandez, M.E. (2013). Landscape and climate change threats to wetlands of North and Central America. *Aquatic Sciences*, vol. 75, no 1, p.133-149.

Montevecchi, W.A., Chaffey, H., & Burke, C. (2007). Hunting for security: changes in the exploitation of marine birds in Newfoundland and Labrador. In Parrish, C.C., Turner, N.J., & Solberg, S.M., *Resetting the kitchen table: food security in Canadian coastal communities*, (p. 99-116). Hauppauge, Nova Science Publishers, Inc.

- Moon, J.A., & Haukos, D.A. (2006). Survival of female northern pintails wintering in the Playa Lakes Region of northwestern Texas. *The Journal of wildlife management*, vol. 70, no 3, p. 777-783.
- Moore, J.E., Colwell, M.A., Mathis, R.L., & Black, J.M. (2004). Staging of Pacific flyway brant in relation to eelgrass abundance and site isolation, with special consideration of Humboldt Bay, California. *Biological Conservation*, vol. 115, no 3, p. 475-486.
- Mote, P.W., Hamlet, A.F., Clark, M.P., & Lettenmaier, D.P. (2005). Declining mountain snowpack in western North America. *Bulletin of the American meteorological Society*, vol. 86, no 1, p. 39-50.
- Murkin, H.R., Murkin, E.J., & Ball, J.P. (1997). Avian habitat selection and prairie wetland dynamics: a 10-year experiment. *Ecological Applications*, vol. 7, no 4, p. 1144-1159.
- Najjar, R.G., Walker, H.A., Anderson, P.J., Barron, E.J., Bord, R.J., Gibson, J.R., Kennedy, V.S., Knight, C.G., Megonigal, J.P., O'Connor, R.E., *et al.* (2000). The potential impacts of climate change on the mid-Atlantic coastal region. *Climate Research*, vol. 14, no 3, p. 219-233.
- National Fish, Wildlife and Plants Climate Adaptation Partnership (NFWPCAP) (2012). *National Fish, Wildlife and Plants Climate Adaptation Strategy*, Washington, DC, Association of Fish and Wildlife Agencies, Council on Environmental Quality, Great Lakes Indian Fish and Wildlife Commission, National Oceanic and Atmospheric Administration, and U.S. Fish and Wildlife Service. 120 p. <https://www.st.nmfs.noaa.gov/Assets/ecosystems/documents/NFWPCAS-Final.pdf> (Page consultée le 15 juin 2019).
- National Wildlife Refuge Association (2017). Migratory Bird Day and Flyways! *In* National Wildlife Refuge Association, *National Wildlife Refuge Association*. <https://www.refugeassociation.org/2017/05/migratory-bird-day-and-flyways/> (Page consulté le 21 mai 2019).
- Nature Canada (s.d.) About Us. *In* Nature Canada. *Nature Canada*. <https://naturecanada.ca/about/> (Page consultée le 3 mai 2019).
- Naugle, D.E., Johnson, R.R., Cooper, T.R., Holland, M.M., & Higgins, K.F. (2000). Temporal distribution of waterfowl in eastern South Dakota: implications for aerial surveys. *Wetlands*, vol. 20, no 1, p. 177-183.
- Neelin, J.D., Langenbrunner, B., Meyerson, J.E., Hall, A., & Berg, N. (2013). California winter precipitation change under global warming in the Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 ensemble. *Journal of Climate*, vol. 26, no 17, p. 6238-625.
- Newton, I. (2010). *The migration ecology of birds*. London, Academic Press, Elsevier, 976 p.
- Nichols, J.D., Johnson, F.A., & Williams, B.K. (1995). Managing North American waterfowl in the face of uncertainty. *Annual review of ecology and systematics*, vol. 26, no 1, p. 177-199.

- Nichols, J.D., & Williams, B.K. (2006). Monitoring for conservation. *Trends in ecology & evolution*, vol. 21, no 12, p. 668-673.
- Nichols, J.D., Runge, M.C., Johnson, F.A., Williams, B.K. (2007). Adaptive harvest management of North American waterfowl populations: a brief history and future prospects. *Journal of Ornithology*, vol. 148, no 2, p. 343-349.
- Nichols, J.D., Koneff, M.D., Heglund, P.J., Knutson, M.G., Seamans, M.E., Lyons, J.E., Morton, J.M., Jones, M.T., Boomer, G.S., & Williams, B.K. (2011). Climate change, uncertainty, and natural resource management. *The Journal of Wildlife Management*, vol. 75, no 1, p.6-18.
- Nicol, S., Fuller, R.A., Iwamura, T., & Chadès, I. (2015). Adapting environmental management to uncertain but inevitable change. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 282, no 1808, p. 20142984.
- Nicolai, C.A., Sedinger, J.S., Ward, D.H., Boyd, W.S. (2014). Spatial variation in life-history trade-offs results in an ideal free distribution in Black Brant Geese. *Ecology*, vol. 95, no 5, p. 1323-1331.
- Niemuth, N.D., Wangler, B., & Reynolds, R.E. (2010). Spatial and temporal variation in wet area of wetlands in the Prairie Pothole Region of North Dakota and South Dakota. *Wetlands*, vol. 30, no 6, p. 1053-1064.
- Niemuth, N.D., Fleming, K.K., & Reynolds, R.E. (2014). Waterfowl conservation in the US Prairie Pothole Region: Confronting the complexities of climate change. *PloS one*, vol. 9, no 6, p. e100034.
- Niven, D.K., Butcher, G.S., Bancroft, G.T., Monahan, W.B., & Langham, G. (2009). *Birds and climate change: ecological disruption in motion*. New York, National Audubon Society, 16 p. [https://www.audubon.org/sites/default/files/documents/bacc-ecologicaldisruptioninmotion\\_feb2009.pdf](https://www.audubon.org/sites/default/files/documents/bacc-ecologicaldisruptioninmotion_feb2009.pdf) (Page consultée le 10 janvier 2019).
- Norris, D.R. (2005). Carry-over effects and habitat quality in migratory populations. *Oikos*, vol. 109, no 1, p. 178-186.
- Norris, D.R., Marra, P.P., Kyser, T.K., & Ratcliffe, L.M. (2005). Tracking habitat use of a long-distance migratory bird, the American redstart *Setophaga ruticilla*, using stable-carbon isotopes in cellular blood. *Journal of Avian Biology*, vol. 36, no 2, p. 164-170.
- North American Bird Conservation Initiative (NABCI) États-Unis (2016b) Bird Conservation Regions Map. In NABCI US, *Ressources*. <http://nabci-us.org/resources/bird-conservation-regions-map/> (Page consulté le 20 mai 2019).
- North American Bird Conservation Initiative (NABCI) États-Unis (2016a). US NABCI Committee. In NABCI US, *About*. <http://nabci-us.org/committee/> (Page consultée le 3 mai).
- North American Wetlands Conservation Act*, U.S.A.

- Notaro, M., Schummer, M., Zhong, Y., Vavrus, S., Van Den Elsen, L., Coluccy, J., & Hoving, C. (2016). Projected influences of changes in weather severity on autumn-winter distributions of dabbling ducks in the Mississippi and Atlantic flyways during the twenty-first century. *PLoS one*, vol. 11, no 12, p. e0167506. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167506> (Page consultée le 18 janvier 2019).
- Oppel, S., Powell, A.N., & Dickson, D.L. (2008). Timing and distance of King Eider migration and winter movements. *The Condor*, vol. 110, no 2, p. 296-305.
- Osnas, E.E., Runge, M.C., Mattsson, B.J., Austin, J., Boomer, G.S., Clarke, R.G., Devers, P., Eadie, J.M., Lonsdorf, E.V., & Tavernia, B.G. (2014). Managing harvest and habitat as integrated components. *Wildfowl*, no 4, p. 305-328.
- Osnas, E.E., Zhao, Q., Runge, M.C., & Boomer, G.S. (2016). Cross-seasonal effects on waterfowl productivity: Implications under climate change. *The Journal of wildlife management*, vol. 80, no 7, p. 1227-1241.
- Pacifici, M., Foden, W.B., Visconti, P., Watson, J.E., Butchart, S.H., Kovacs, K.M., Scheffers, B.R., Hole, D.G., Martin, T.G. & Corlett, R.T. (2015). Assessing species vulnerability to climate change. *Nature climate change*, vol. 5, no 3, p. 215-224.
- Padding, P.I., & Royle, J.A. (2012). Assessment of bias in US waterfowl harvest estimates. *Wildlife Research*, vo. 39, no 4, p. 336-342.
- Panov, V.E., & McQueen, D.J. (1998). Effects of temperature on individual growth rate and body size of a freshwater amphipod. *Canadian journal of zoology*, vol. 76, no 6, p. 1107-1116.
- Parcs Canada. (2014). *Connecter les Canadiens à la nature : un investissement dans le mieux-être de notre société*. Ottawa, Parcs Canada, 36 p. [http://www.parks-parcs.ca/french/ConnectingCanadians-French\\_web.pdf](http://www.parks-parcs.ca/french/ConnectingCanadians-French_web.pdf) (Page consultée le 10 juillet 2019).
- Parmesan, C., & Yohe, G. (2003). A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, vol. 421, no 6918, 37-42.
- Patterson, J.H. (1995). The North American Waterfowl Management Plan and wWetlands for the Americas programmes: a summary. *Ibis*, vol. 137, p. S215-S218.
- Perry, M.C., Kidwell, D.M., Wells, A.M., Lohnes, E.J.R., Osenton, P.C., & Altmann, S.H. (2003). Characterization of breeding habitats for black and surf scoters in the eastern boreal forest and subarctic regions of Canada. *Limnology and waterbirds*, vol. 3, no 2, p. 80-89.
- Petchey, O.L., Pontarp, M., Massie, T.M., Kéfi, S., Ozgul, A., Weilenmann, M., Palamara, G.M., Altermatt, F., Matthews, B., Levine, J.M. *et al.* (2015). The ecological forecast horizon, and examples of its uses and determinants. *Ecology letters*, vol. 18, no 7, p. 597-611.
- Petersen, M.R., & Douglas, D.C. (2004). Winter ecology of spectacled eiders: environmental characteristics and population change. *The Condor*, vol. 106, no 1, p. 79-94.

- Peterson, A.T., Cobos, M.E., & Jiménez-García, D. (2018). Major challenges for correlational ecological niche model projections to future climate conditions. *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 1429, no 1, p. 66-77.
- Petrie, M., Brasher, M., & James, D. (2014). *Estimating the biological and economic contributions that rice habitats make in support of North American waterfowl*. Stuttgart, The Rice Foundation, 130 p.  
[http://www.ducks.org/resources/media/Conservation/Habitat/ricelands/FinalRiceReport\\_May2014.pdf](http://www.ducks.org/resources/media/Conservation/Habitat/ricelands/FinalRiceReport_May2014.pdf) (Page consultée le 4 mars 2019).
- Petrie, M.J., Fleskes, J.P., Wolder, M.A., Isola, C.R., Yarris, G.S., & Skalos, D.A. (2016). Potential effects of drought on carrying capacity for wintering waterfowl in the Central Valley of California. *Journal of Fish and Wildlife Management*, vol. 7, no 2, p. 408-422.
- Pietz, P.J., Krapu, G.L., Buhl, D.A., & Brandt, D.A. (2000). Effects of water conditions on clutch size, egg volume, and hatchling mass of mallards and gadwalls in the Prairie Pothole Region. *The Condor*, vol. 102, no 4, p. 936-940.
- Plan nord-américain de gestion de la sauvagine (PNAGS) Canada (2013a). Structure internationale du PNAGS. In PNAGS Canada, *Qu'est-ce que le PNAGS?*. <http://nawmp.wetlandnetwork.ca/nawmp-international-structure/> (Page consultée le 19 avril 2019).
- Plan nord-américain de gestion de la sauvagine (PNAGS) Canada (2013b). CNACTH Canada. In PNAGS Canada, *CNACTH*. <http://nawmp.wetlandnetwork.ca/nawcc/> (Page consultée le 30 avril 2019).
- Plattner, D.M., Eichholz, M.W., & Yerkes, T. (2010). Food resources for wintering and spring staging black ducks. *The Journal of Wildlife Management*, vol. 74, no 7, p. 1554-1558.
- Podruzny, K.M., Devries, J.H., Armstrong, L.M., & Rotella, J.J. (2002). Long-term response of northern pintails to changes in wetlands and agriculture in the Canadian Prairie Pothole Region. *The Journal of wildlife management*, vol. 66, no 4, p. 993-1010.
- Post, E., Forchhammer, M.C., Bret-Harte, M.S., Callaghan, T.V., Christensen, T.R., Elberling, B., Fox, A.D., Gilg, O., Hik, D.S., Høye, T.T., *et al.* (2009). Ecological dynamics across the Arctic associated with recent climate change. *Science*, vol. 325, no 5946, p. 1355-1358.
- Preston, K.L., Rotenberry, J.T., Redak, R.A., & Allen, M.F. (2008). Habitat shifts of endangered species under altered climate conditions: importance of biotic interactions. *Global Change Biology*, vol. 14, no 11, p. 2501-2515.
- Price, D.T., Alfaro, R.I., Brown, K.J., Flannigan, M.D., Fleming, R.A., Hogg, E.H., Girardin, M.P., Lakusta, T., Johnson, M., McKenney, D.W., *et al.* (2013). Anticipating the consequences of climate change for Canada's boreal forest ecosystems. *Environmental Reviews*, vol. 21, no 4, p. 322-365.



- Prop, J., Black, J.M., & Shimmings, P. (2003). Travel schedules to the high arctic: barnacle geese trade-off the timing of migration with accumulation of fat deposits. *Oikos*, vol. 103, no 2, p. 403-414.
- Prop, J., Aars, J., Bårdsen, B.J., Hanssen, S.A., Bech, C., Bourgeon, S., de Fouw, J., Gabrielsen, G.W., Lang, J., Noreen, E., *et al.* (2015). Climate change and the increasing impact of polar bears on bird populations. *Frontiers in Ecology and Evolution*, vol. 3, no 33, p. 1-12.
- Pryor, S.C., Scavia, D., Downer, C., Gaden, M., Iverson, L., Nordstrom, R., Patz, J., & Robertson, G.P. (2014). Midwest. Climate change impacts in the United States: The third national climate assessment. *In*: Melillo, J.M., Richmond, T.C., & Yohe, G.W., *National Climate Assessment Report* (p. 418-440). Washington, US Global Change Research Program.
- Raftovich, R.V., Chandler, S.C., & Fleming, K.K. (2018). *Migratory bird hunting activity and harvest during the 2016-17 and 2017-18 hunting seasons*. Laurel, Maryland, USA, U.S. Fish and Wildlife Service, 72 p. <https://www.fws.gov/migratorybirds/pdf/surveys-and-data/HarvestSurveys/MBHActivityHarvest2016-17and2017-18.pdf> (Page consultée le 5 juin 2019).
- Ramsar (2018). *Rapport national sur l'application de la convention de Ramsar sur les zones humides* (Canada). Dubai, COP13 Ramsar, 67 p. [https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/cop13nr\\_canada\\_f.pdf](https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/cop13nr_canada_f.pdf) (Page consulté le 17 avril 2019).
- Ray, J.D., Sullivan, B.D., & Miller, H.W. (2003). Breeding ducks and their habitats in the High Plains of Texas. *The Southwestern Naturalist*, vol. 48, no 2, p. 241-249.
- Reese, G.C., & Skagen, S.K. (2017). Modeling nonbreeding distributions of shorebirds and waterfowl in response to climate change. *Ecology and evolution*, vol. 7, no 5, p. 1497-1513.
- Reese, J.G., & Weterings, R. (2018). Waterfowl migration chronologies in central Chesapeake Bay during 2002–2013. *The Wilson Journal of Ornithology*, vol. 130, no 1, p. 52-69.
- Règlement sur les oiseaux migrants*, CRC, c. 1035
- Règlement sur les oiseaux migrants*, CRC, c. 1035.
- Règlement sur les refuges d'oiseaux migrants*, CRC, c. 1036
- Règlement sur les refuges d'oiseaux migrants*, CRC, c. 1036.
- Reinecke K.J., Kaminski, R.M., Moorhead, D.J., Hodges, J.D., Nassar, J.R. (1989). Mississippi Alluvial Valley. *In* Smith, L.M., Pederson, R.L., & Kaminski, R.M. *Habitat management for migrating and wintering waterfowl in North America* (p. 203–247). Lubbock, Texas Tech University Press.

- Reynolds, R.E., Loesch, C.R., Wangler, B., & Shaffer, T.L. (2007). *Waterfowl response to the conservation reserve program and swampbuster provision in the prairie pothole region, 1992–2004*. Bismarck, US Department of the Interior, 90 p. [https://www.fsa.usda.gov/Assets/USDA-FSA-Public/usdfiles/EPAS/PDF/duck\\_report.pdf](https://www.fsa.usda.gov/Assets/USDA-FSA-Public/usdfiles/EPAS/PDF/duck_report.pdf) (Page consultée le 4 juillet 2019).
- Ringelman, K.M., Williams, C.K., Devers, P.K., Coluccy, J.M., Castelli, P.M., Anderson, K.A., Bowman, J.L., Costanzo, G.R., Cramer, D.M., Dibona, M.T., *et al.* (2015). A meta-analysis of American black duck winter habitat use along the Atlantic Coast. *The Journal of Wildlife Management*, vol. 79, no 8, p. 1298-1307
- Ringelman, K.M., & Williams C.K. (2018). The American Black Duck: Three Decades of Science-Based Adaptive Management. *Case Studies in the Environment, University of California Press*, vol. 2, no 1, p. 1-8.
- Ringelman, K.M., Williams, C.K., Castelli, P.M., Sieges, M.L., Longenecker, R.A., Nichols, T.C., & Earsom, S.D. (2018). Estimating Waterfowl Carrying Capacity at Local Scales: A Case Study From Edwin B. Forsythe National Wildlife Refuge, New Jersey1. *Journal of Fish and Wildlife Management*, vol. 9, no 1, p. 106-116.
- Riordan, B., Verbyla, D., & McGuire, A.D. (2006). Shrinking ponds in subarctic Alaska based on 1950-2002 remotely sensed images: Shrinking ponds across boreal Alaska. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, vol. 111, no G4, p. 1-11.
- Roberts, A., Eadie, J.M., Howerter, D.W., Johnson, F.A., Nichols, J. D., Runge, M.C., Vrtiska, M.P., & Williams, B.K. (2018). Strengthening links between waterfowl research and management. *The Journal of Wildlife Management*, vol. 82, no 2, p. 260-265.
- Robertson, G.J., Tomlik, M., Milton, G.R., Parsons, G.J., & Mallory, M.L. (2017). Increases in the Number of American Black Ducks Wintering in Nova Scotia, 1970–2015. *Journal of Fish and Wildlife Management*, vol. 8, no 2, p. 669-675.
- Robinson, O.J., McGowan, C.P., Devers, P.K., Brook, R.W., Huang, M., Jones, M., Mcauley, D.G., & Zimmerman, G. (2016). A full annual cycle modeling framework for American black ducks. *Natural Resource Modeling*, vol. 29, no 1, p. 159-174.
- Robinson, O.J., McGowan, C.P., & Devers, P.K. (2017). Disentangling density-dependent dynamics using full annual cycle models and Bayesian model weight updating. *Journal of applied ecology*, vol. 54, no 2, p. 670-678.
- Robinson, R.A., Crick, H.Q., Learmonth, J.A., Maclean, I.M., Thomas, C.D., Bairlein, F., Forchhammer, M.C., Francis, C.M., Gill, J.A., Godley, B.J. *et al.* (2009). Travelling through a warming world: climate change and migratory species. *Endangered species research*, vol. 7, no 2, p. 87-99.
- Rodenhouse, N.L., Matthews, S.N., McFarland, K.P., Lambert, J.D., Iverson, L.R., Prasad, A., Sillett T.S., & Holmes, R.T. (2008). Potential effects of climate change on birds of the Northeast. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, vol. 13, no 5-6, p. 517-540.

- Rodway, M.S., Regehr, H.M., Ashley, J., Clarkson, P.V., Goudie, R.I., Hay, D.E., Smith, C.M., & Wright, K.G. (2003). Aggregative response of Harlequin Ducks to herring spawning in the Strait of Georgia, British Columbia. *Canadian Journal of Zoology*, vol. 81, no 3, p. 504-514.
- Romero-Lankao, P., Smith, J.B., Davidson, D.J., Diffenbaugh, N.S., Kinney, P.L., Kirshen, P., Kovacs, P., & Villers Ruiz, L. (2014) North America. *In* Barros, V.R., Field, C.B., Dokken, D.J., Mastrandrea, M.D., Mach, K.J., Bilir, T.E., Chatterjee, M., Ebi, K.L., Estrada, Y.O., Genova, R.C., Girma, B., Kissel, E.S., Levy, A.N., MacCracken, S., Mastrandrea, P.R., & White L.L. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects* (p. 1439-1498). Cambridge, Cambridge University Press.
- Root, T.L., Price, J.T., Hall, K.R., Schneider, S.H., Rosenzweig, C., & Pounds, J.A. (2003). Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature*, vol. 421, no 6918, p. 57-60.
- Ross, B.E., Hooten, M.B., DeVink, J.M., & Koons, D.N. (2015). Combined effects of climate, predation, and density dependence on greater and lesser scaup population dynamics. *Ecological Applications*, vol. 25, no 6, p. 1606-1617.
- Ross, M.V., Alisauskas, R.T., Douglas, D.C., & Kellett, D.K. (2017). Decadal declines in avian herbivore reproduction: density-dependent nutrition and phenological mismatch in the Arctic. *Ecology*, vol. 98, no 7, p. 1869-1883.
- Ross, M.V., Alisauskas, R.T., Douglas, D.C., Kellett, D.K., & Drake, K.L. (2018). Density-dependent and phenological mismatch effects on growth and survival in lesser snow and Ross's goslings. *Journal of Avian Biology*, vol. 49, no 12, p. 1-12.
- Rowland, E.L., Davison, J.E., & Graumlich, L.J. (2011). Approaches to evaluating climate change impacts on species: a guide to initiating the adaptation planning process. *Environmental management*, vol. 47, no 3, p. 322-337.
- Roy, C. (2015a). Quantifying geographic variation in the climatic drivers of midcontinent wetlands with a spatially varying coefficient model. *PloS one*, vol. 10, no 4, p. e0126961.
- Roy, C. (2015b). *Dynamique spatio-temporelle des populations de canards barboteurs et de leur habitat*. Thèse de doctorat en sciences forestières, Université Laval, Québec, Québec, 165 p.
- Roy, C., McIntire, E.J., & Cumming, S.G. (2016). Assessing the spatial variability of density dependence in waterfowl populations. *Ecography*, vol. 39, no 10, p. 942-953.
- Roy, C., Michel, N., Handel, C., Van Wilgenburg, S., Burkhalter, J., Gurney, K., Messmer, D., Princé, K., Rushing, C., Saracco, J., *et al.* (2019). Monitoring boreal avian populations: how can we estimate trends and trajectories from noisy data?. *Avian Conservation and Ecology*, vol. 14, no 2: 8.
- Rubec, C.D., & Hanson, A.R. (2009). Wetland mitigation and compensation: Canadian experience. *Wetlands Ecology and Management*, vol. 17, no 1, p .3-14.

- Runge, C.A., Watson, J.E., Butchart, S.H., Hanson, J.O., Possingham, H.P., & Fuller, R.A. (2015). Protected areas and global conservation of migratory birds. *Science*, vol. 350, no 6265, p. 1255-1258.
- Sæther, B.E., Lillegård, M., Grøtan, V., Drever, M.C., Engen, S., Nudds, T.D., & Podrutzny, K.M. (2008). Geographical gradients in the population dynamics of North American prairie ducks. *Journal of Animal Ecology*, vol. 77, no 5, p. 869-882.
- Sallenger Jr, A.H., Doran, K.S., & Howd, P.A. (2012). Hotspot of accelerated sea-level rise on the Atlantic coast of North America. *Nature Climate Change*, vol. 2, no 12, p. 884- 888.
- Saunders, S.P., Cuthbert, F.J., & Zipkin, E.F. (2018). Evaluating population viability and efficacy of conservation management using integrated population models. *Journal of applied ecology*, vol. 55, no 3, p. 1380-1392.
- Savard, J.-P.L., Reed, A., & Lesage, L. (2007). Chronology of breeding and molt migration in Surf Scoters (*Melanitta perspicillata*). *Waterbirds*, vol. 30, no 2, p. 223-230.
- Savard, J.-P.L., Bernatchez, P., Morneau, F., Saucier, F., Gachon, P., Senneville, S., Fraser, C., & Jolivet, Y. (2008). *Étude de la sensibilité des côtes et de la vulnérabilité des communautés du golfe du Saint-Laurent aux impacts des changements climatiques - Synthèse des résultats*. Québec, Ouranos, 48 p. [https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportSavard2008\\_FR.pdf](https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportSavard2008_FR.pdf) (Page consulté le 20 février 2019).
- Scheiter, S., & Higgins, S.I. (2009). Impacts of climate change on the vegetation of Africa: an adaptive dynamic vegetation modelling approach. *Global Change Biology*, vol. 15, no 9, p. 2224-2246.
- Schindler, D.W. (1998). Sustaining aquatic ecosystems in boreal regions. *Conservation Ecology*, vol 2, no 2, p. 1-26.
- Schroeder, S.A., Fulton, D.C., & Lawrence, J.S. (2006). Managing for preferred hunting experiences: A typology of Minnesota waterfowl hunters. *Wildlife Society Bulletin*, vol. 34, no 2, p.380-387.
- Schummer, M.L., Kaminski, R.M., Raedeke, A.H., & Graber, D.A. (2010). Weather-related indices of autumn–winter dabbling duck abundance in middle North America. *The Journal of Wildlife Management*, vol. 74, no 1, p. 94-101.
- Schummer, M.L., Allen, R.B., & Wang, G. (2011). Sizes and Long-Term Trends of Duck Broods in Maine, 1955–2007. *Northeastern Naturalist*, vol. 18, p. 1, p. 73-87.
- Schummer, M.L., Petrie, S.A., Bailey, R.C., & Badzinski, S.S. (2012). Factors affecting lipid reserves and foraging activity of Buffleheads, Common Goldeneyes, and Long-tailed Ducks during winter at Lake Ontario. *The Condor*, vol. 114, no 1, p. 62-74.

- Schummer, L., & Van Den Elsen, L. (2013). Estimated effects of climate change on autumn-winter distributions of dabbling duck in eastern North America, 2013 research update. Port Rowan, Long point waterfowl. 29 p.
- Schummer, M.L., Cohen, J., Kaminski, R.M., Brown, M.E., & Wax, C.L. (2014). Atmospheric teleconnections and Eurasian snow cover as predictors of a weather severity index in relation to Mallard *Anas platyrhynchos* autumn–winter migration. *Wildfowl*, no 4, p. 451-469.
- Schummer, M.L., Afton, A.D., Badzinski, S.S., Petrie, S.A., Olsen, G.H., & Mitchell, M.A. (2018). Evaluating the waterfowl breeding population and habitat survey for scaup. *The Journal of Wildlife Management*, vol. 82, no 6, p. 1252-1262.
- Schummer, M.L., Coluccy, J.M., Mitchell, M., & Van Den Elsen, L. (2017). Long-term trends in weather severity indices for dabbling ducks in eastern North America. *Wildlife Society Bulletin*, vol. 41, no 4, p. 615-623.
- Schwager, M., Covas, R., Blaum, N., & Jeltsch, F. (2008). Limitations of population models in predicting climate change effects: a simulation study of sociable weavers in southern Africa. *Oikos*, vol. 117, no 9, p. 1417-1427.
- Schwartz, M.W. (2012). Using niche models with climate projections to inform conservation management decisions. *Biological conservation*, vol. 155, p. 149-156
- Sea duck joint venture (SDJV). (2007). *Recommendations for monitoring distribution, abundance, and trends for North American Sea Ducks*. Anchorage & Sackville, US Fish and Wildlife Service & Canadian Wildlife Service, 101 p. [https://seaduckjv.org/wp-content/uploads/2015/01/sea\\_duck\\_monitoring\\_report\\_web1.pdf](https://seaduckjv.org/wp-content/uploads/2015/01/sea_duck_monitoring_report_web1.pdf) (Page consultée le 19 juin 2019).
- Seavy, N.E., Dybala, K.E., & Snyder, M.A. (2008). Climate models and ornithology. *The Auk*, vol. 125, no 1, p. 1-10.
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2008). *Estrategia para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento sustentable de las aves acuáticas y su hábitat en México*. México, Dirección General de Vida Silvestre, 94 p. <http://www.dumac.org/dumac/habitat/esp/pdf/AvesAcuaticas.pdf> (Page consultée le 25 avril 2019).
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. México, <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4254/semarnat/semarnat.htm> (Page consultée le 20 juin 2019).

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2013). *Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40* (Primera edición), México, SEMARNAT, 64 p. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/41978/Estrategia-Nacional-Cambio-Climatico-2013.pdf> (Page consultée le 4 juin 2019).
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2018). *Aprovechamiento de aves canoras y de ornato para fines de subsistencia temporada 2018-2019*. México, Dirección General de Vida Silvestre, 2 p. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/342550/AVES\\_CANORAS\\_Y\\_DE\\_ORNATO\\_18-19.PDF](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/342550/AVES_CANORAS_Y_DE_ORNATO_18-19.PDF) (Page consulté le 20 mai, 2019).
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (s. d.). *Aviso para realizar aprovechamiento de aves silvestres migratorias en predios distintos de aquellos en donde si se lleva a cabo la conservación*. In Gobierno mexicano, *Tramites* <https://www.gob.mx/tramites/ficha/aviso-para-realizar-aprovechamiento-de-aves-silvestres-migratorias-en-predios-distintos-de-aquellos-en-donde-si-se-lleva-a-cabo-la-conservacion/SEMARNAT2881> (Page consultée le 15 mai 2019).
- Sedinger, J.S., & Herzog, M.P. (2012). Harvest and dynamics of duck populations. *The Journal of Wildlife Management*, vol. 76, no 6, p. 1108-1116.
- Sedinger, J.S., & Alisauskas, R.T. (2014). Cross-seasonal effects and the dynamics of waterfowl populations. *Wildfowl*, no 4, p. 277-304.
- Sekercioglu, C.H., Schneider, S.H., Fay, J.P., & Loarie, S.R. (2008). Climate change, elevational range shifts, and bird extinctions. *Conservation biology*, vol. 22, no 1, p. 140-150.
- Serran, J.N., Creed, I.F., Ameli, A.A., & Aldred, D.A. (2018). Estimating rates of wetland loss using power-law functions. *Wetlands*, vol. 30, no 1, p. 109-120.
- Service Canadien de la Faune (SCF) (2001) Canadian Shorebird Conservation Plan. Ottawa, Donaldson, G., Hyslop, C., Morrison, G., Dickson, L., & Davidson, I., SCF, 34 p. <http://www.ehiv.ca/wp-content/uploads/2013/11/Canadian-Shorebird-Conservation-Plan.pdf> (Page consulté le 19 juillet 2019).
- Shipley, N.J., Larson, L.R., Cooper, C.B., Dale, K., LeBaron, G., & Takekawa, J. (2019). Do birdwatchers buy the duck stamp?. *Human dimensions of wildlife*, vol. 24, no 1, p. 61-70.
- Short, F.T., Kosten, S., Morgan, P.A., Malone, S., & Moore, G.E. (2016). Impacts of climate change on submerged and emergent wetland plants. *Aquatic Botany*, vol. 135, p. 3-17.
- Silverman, E.D., Saalfeld, D.T., Leirness, J.B., & Koneff, M.D. (2013). Wintering sea duck distribution along the Atlantic Coast of the United States. *Journal of Fish and Wildlife Management*, vol. 4, no 1, p. 178-198.

- Singer, H.V., Luukkonen, D.R., Armstrong, L.M., & Winterstein, S.R. (2016). Influence of Weather, Wetland Availability, and Mallard Abundance on Productivity of Great Lakes Mallards (*Anas platyrhynchos*). *Wetlands*, vol. 36, no 5, p. 969-978.
- Skalos, D., & Weaver, M. (2019) *2019 California waterfowl breeding population survey*. Sacramento, California department of fish and wildlife, 11 p. <https://nrm.dfg.ca.gov/FileHandler.ashx?DocumentID=146708&inline> (Page consultée le 21 mars 2019).
- Skinner, W.R., & Majorowicz, J.A. (1999). Regional climatic warming and associated twentieth century land-cover changes in north-western North America. *Climate Research*, vol. 12, no 1, p. 39-52.
- Slagle, K., & Dietsch, A. (2018). *National Survey of Waterfowl Hunters: Summary Report Pacific Flyway*. St. Paul, Report to the National Flyway Council from the Minnesota Cooperative Fish and Wildlife Research Unit, University of Minnesota & The Ohio State University, 142 p. [https://nawmp.org/sites/default/files/2018-03/National%20Survey%20of%20Waterfowl%20Hunters%20Pacific%20Flyway\\_1\\_0.pdf](https://nawmp.org/sites/default/files/2018-03/National%20Survey%20of%20Waterfowl%20Hunters%20Pacific%20Flyway_1_0.pdf) (Page consultée le 4 juillet 2019).
- Slattery, S.M., Morissette, J.L., Maek, G.G., & Butterworth, E.W. (2011). Waterfowl Conservation Planning. In Wells, J.V., *Boreal Birds of North America: A Hemispheric View of Their Conservation Links and Significance* (p. 23-40). London, Cooper Ornithological Society, University of California Press.
- Small-Lorenz, S.L., Culp, L.A., Ryder, T.B., Will, T.C., & Marra, P.P. (2013). A blind spot in climate change vulnerability assessments. *Nature Climate Change*, vol. 3, no 2, p. 91-93.
- Smith, G.W. (1995). *A critical review of the aerial and ground surveys of breeding waterfowl in North America*, (Biological Science Report 5). Washington, U.S. Department of the Interior, USFWS, 261 p. <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a322667.pdf> (Page consultée le 20 juillet 2019).
- Société Nationale Audubon (s.d.). About Us. In National Audubon Society. *Audubon* <https://www.audubon.org/about> (Page consultée le 7 mai 2019).
- Sofaer, H.R., Skagen, S.K., Barsugli, J.J., Rashford, B.S., Reese, G.C., Hoeting, J.A., Wood, A.W., & Noon, B.R. (2016). Projected wetland densities under climate change: habitat loss but little geographic shift in conservation strategy. *Ecological Applications*, vol. 26, no 6, p. 1677-1692.
- Somveille, M., Rodrigues, A.S., & Manica, A. (2015). Why do birds migrate? A macroecological perspective. *Global Ecology and Biogeography*, vol. 24, no 6, p. 664-674.
- Specht, H.M. & Arnold, T.W. (2018). Banding age ratios reveal prairie waterfowl fecundity is affected by climate, density dependence and predator–prey dynamics. *Journal of applied ecology*, vol. 55, no 6, p. 2854-2864.

- Stafford, J.D., Kaminski, R.M., Reinecke, K.J., & Manley, S.W. (2006). Waste rice for waterfowl in the Mississippi Alluvial Valley. *The Journal of wildlife management*, vol. 70, no 1, p. 61-69.
- Stafford, J.D., Janke, A.K., Anteau, M.J., Pearse, A.T., Fox, A.D., Elmberg, J., Straub, J.N., Eichholz, M.W., & Arzel, C. (2014). Spring migration of waterfowl in the northern hemisphere: a conservation perspective. *Wildfowl*, no 4, p. 70-85.
- Steen, V., Skagen, S.K. & Noon, B.R. (2014). Vulnerability of Breeding Waterbirds to Climate Change in the Prairie Pothole Region, U.S.A. *PLoS ONE*, vol. 9, no 6, p. e96747. doi:10.1371/journal.pone.0096747 (Page consultée le 18 mars 2019).
- Steen, V.A., Skagen, S.K., & Melcher, C.P. (2016). Implications of climate change for wetland-dependent birds in the Prairie Pothole Region. *Wetlands*, vol. 36, no 2, p. 445-459.
- Stein, B.A., Staudt, A., Cross, M.S., Dubois, N.S., Enquist, C., Griffis, R., Hansens, L.J., Hellmann, J.J., Lawler, J.J. Nelson E.J., & Pairis, A. (2013). Preparing for and managing change: climate adaptation for biodiversity and ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment*, vol. 11, no 9, p. 502-510.
- Stillman, R.A., Wood, K.A., Gilkerson, W., Elkinton, E., Black, J.M., Ward, D.H., & Petrie, M. (2015). Predicting effects of environmental change on a migratory herbivore. *Ecosphere*, vol. 6, no 7, p. 1-19.
- Stralberg, D., Berteaux, D., Drever, C., Drever, M., Naujokaitis-Lewis, I., Schmiegelow, F.K.A. & Tremblay J.A. (2019). Conservation planning for boreal birds in a changing climate: a framework for action. *Avian Conservation and Ecology*, vol. 14, no 1, <https://doi.org/10.5751/ACE-01363-140113> (Page consultée le 10 juillet 2019).
- Stralberg, D., Camfield, A., Carlson, M., Lauzon, C., Westwood, A., Barker, N., Song, S.J., & Schmiegelow, F. (2018). Strategies for identifying priority areas for songbird conservation in Canada's boreal forest. *Avian Conservation and Ecology*, vol. 13, no 2, p. 12. <https://doi.org/10.5751/ACE-01303-130212> (Page consultée le 15 mars 2019).
- Taylor, J.R., Cardamore, M.A., & Mitsch, W.J. (1990). Bottomland Hardwood forests: their functions and values. In: Gosselink, J.G., Lee, L.C., & Muir, T.A., *Ecological processes and cumulative impacts: illustrated by bottomland hardwood wetland ecosystems* (p. 13-86), Chelsea, Lewis Publishers Inc.
- The Cornell Lab of Ornithology (2019). Birds of North America. In. Cornell Lab of Ornithology, <https://birdsna.org/Species-Account/bna/species> (Page consultée le 10 octobre 2019).
- Tietje, W.D., & Teer, J.G. (1996). Winter feeding ecology of northern shovelers on freshwater and saline wetlands in south Texas. *The Journal of wildlife management*, vol. 60, no 4, p. 843-855.



- Timmermans, S.T., Badzinski, S.S., & Ingram, J.W. (2008). Associations between breeding marsh bird abundances and Great Lakes hydrology. *Journal of Great Lakes Research*, vol. 34, no 2, p. 351-364.
- Titus, J.G., Park, R.A., Leatherman, S.P., Weggel, J.R., Greene, M.S., Mausel, P.W., Brown, S., Gaunt, C., Trehan, M., & Yohe, G. (1991). Greenhouse Effects and Sea-Level Rise: Potential Loss of Land and the Cost of Holding Back the Sea. *Coastal Management*, vol. 19, p. 171–204.
- Trauger, D.L., Czech, B., Erickson, J.D., Garrettson, P.R., Kernohan, B.J., & Miller, C.A. (2003). *The relationship of economic growth to wildlife conservation: Wildlife Society Technical Review 03-1*. Bethesda, MD, USA. The Wildlife Society.
- Tsai, J.S., Venne, L.S., McMurry, S.T., & Smith, L.M. (2007). Influences of land use and wetland characteristics on water loss rates and hydroperiods of playas in the Southern High Plains, USA. *Wetlands*, vol. 27, no 3, p. 683-692.
- Tulp, I., & Schekkerman, H. (2008). Has prey availability for arctic birds advanced with climate change? Hindcasting the abundance of tundra arthropods using weather and seasonal variation. *Arctic*, vol. 61, no 1, p. 48-60.
- U. S. Fish and Wildlife Service (USFWS) (2005). *Adaptive Harvest management 2005 hunting season*, Washington, U.S. Department of Interior, 43 p. <https://www.fws.gov/migratorybirds/pdf/management/AHM/AHMReport2005.pdf> (Page consultée le 6 juin 2019).
- U. S. Fish and Wildlife Service (USFWS) (2006). Action plan for the Pacific common eider. Anchorage, U.S. Fish and Wildlife Service, Migratory Bird Management Division, 55p. <https://www.fws.gov/migratorybirds/pdf/management/focal-species/CommonEider.pdf> (Page consultée le 6 mars 2019).
- U. S. Fish & Wildlife Service (USFWS) (2016a). North American Waterfowl Management Plan: A model for international conservation. In U. S. Fish & Wildlife Service, *Migratory Bird Program*. <https://www.fws.gov/birds/management/bird-management-plans/north-american-waterfowl-management-plan.php> (Page consultée le 1 mai 2019).
- U. S. Fish & Wildlife Service (USFWS) (2016b). Council for the conservation of migratory birds. Coordinating migratory bird conservation across federal agencies. In U. S. Fish & Wildlife Service, *Migratory Bird Program*. <https://www.fws.gov/birds/management/bird-conservation-partnership-and-initiatives/council-for-the-conservation-of-migratory-birds.php> (Page consultée le 20 mai 2019).
- U. S. Fish & Wildlife Service (USFWS) (2017). Frequently Asked Questions. In U. S. Fish & Wildlife Service, *Migratory Bird Joint ventures*. <https://www.fws.gov/birds/management/bird-conservation-partnership-and-initiatives/migratory-bird-joint-ventures.php> (Page consultée le 15 mai 2019).

- U. S. Fish & Wildlife Service (USFWS) (2018a). Important dates in the conservation of migratory birds. *In* U. S. Fish & Wildlife Service, *Migratory Bird Program*. <https://www.fws.gov/birds/about-us/timeline.php> (Page consultée le 17 avril 2019).
- U. S. Fish & Wildlife Service (USFWS) (2018b). Migratory bird Joint Venture: Conserving birds and their habitats throughout North America. *In* U. S. Fish & Wildlife Service, *Migratory Bird Program*. <https://www.fws.gov/birds/management/bird-conservation-partnership-and-initiatives/migratory-bird-joint-ventures.php> (Page consultée le 1 mai 2019).
- U. S. Fish & Wildlife Service (USFWS) (2018c). North American wetlands conservation Act, Protecting, restoring an enhancing wetland habitats for birds. *In* U. S. Fish & Wildlife Service, *Migratory Bird Program*. <https://www.fws.gov/birds/management/bird-conservation-partnership-and-initiatives/migratory-bird-joint-ventures.php> (Page consultée le 1 mai 2019).
- U. S. Fish & Wildlife Service (USFWS) (2019). Flyways, Administrative. *In* U. S. Fish & Wildlife Service, *Migratory Bird Program*. <https://www.fws.gov/birds/management/bird-conservation-partnership-and-initiatives/migratory-bird-joint-ventures.php> (Page consultée le 19 avril 2019).
- U.S. Endangered Species Act.*
- United States Department of Agriculture (USDA). (2019). *Conservation Reserve Program, Monthly summary – March 2019*. États- Unis, U.S. Department of Agriculture, Farm Service Agency, 31 p. <https://www.fsa.usda.gov/Assets/USDA-FSA-Public/usdafiles/Conservation/PDF/Summary%202019%20March.pdf> (Page consultée le 14 juin 2019).
- United States senate committee on Agriculture, Nutrition, & Forestry (USSCANF). (2018). *Agriculture Improvement Act of 2018 section-by-section*. États-Unis, United States senate committee on Agriculture, Nutrition, & Forestry, 56 p. [https://www.agriculture.senate.gov/imo/media/doc/Section-by-sections%20\(Committee%20Print\).pdf](https://www.agriculture.senate.gov/imo/media/doc/Section-by-sections%20(Committee%20Print).pdf) (Page consultée le 14 juin 2019).
- Valdez, R., Clemente-Sanchez, F., & Eitnienar, J.C. (2019) Ducks and Geese in Mexico *In* Valdez, R., & Ortega-S., J.A. *Wildlife ecology and management in Mexico* (p. 105-119). Texas, Texas A&M University Press.
- Vallecillo, S., Brotons, L., & Thuiller, W. (2009). Dangers of predicting bird species distributions in response to land-cover changes. *Ecological Applications*, vol. 19, no 2, p. 538-549.
- Van Meter, K.J., & Basu, N.B. (2015). Signatures of human impact: size distributions and spatial organization of wetlands in the Prairie Pothole landscape. *Ecological Applications*, vol. 25, no 2, p. 451-465.
- Vaske, J.J., Fedler, A.J., & Graefe, A.R. (1986). Multiple determinants of satisfaction from a specific waterfowl hunting trip. *Leisure Sciences*, vol. 8, no 2, p. 149-166.

- Visser, M.E., Gienapp, P., Husby, A., Morrissey, M., de la Hera, I., Pulido, F., & Both, C. (2015). Effects of Spring Temperatures on the Strength of Selection on Timing of Reproduction in a Long-Distance Migratory Bird. *PLoS Biology*, vol. 13, no 4, 1-17..
- Visser, M.E., Perdeck, A.C., van Balen, J.H. & Both, C. (2009). Climate change leads to decreasing bird migration distances. *Global Change Biology*, vol. 15, no 8, p. 1859-1865.
- Von Holle, B., Irish, J.L., Spivy, A., Weishampel, J.F., Meylan, A., Godfrey, M.H., Dodd, M., Schweitzer, Keyes, T., Chaplin, M.K., *et al.* (2019). Effects of future sea level rise on coastal habitat. *The Journal of Wildlife Management*, vol. 83, no 3, p. 694-704.
- Vrtiska, M.P., Gammonley, J.H., Naylor, L.W., & Raedeke, A.H. (2013). Economic and conservation ramifications from the decline of waterfowl hunters. *Wildlife Society Bulletin*, vol. 37, no 2, p.380-388.
- Vrtiska, P.M. & Oldenburger, L.S. (2018). State management of migratory game bird. In Ryder, J. T., *State wildlife management and conservation* (p. 135-150). Baltimore, Johns Hopkins University Press.
- Wagner, F.H., Stohlgren, T.J., & Carter, L. (2003). *Preparing for a changing climate: The potential consequences of climate variability and change*. Reno, College of Natural Resources and Ecology Center, Utah State University, 240 p. [https://www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs\\_gtr204/rmrs\\_gtr204\\_029\\_032.pdf](https://www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs_gtr204/rmrs_gtr204_029_032.pdf) (Page consultée le 30 mars 2019).
- Wait, P. (2017). Looming Crisis. Failing waterfowl hunter numbers threaten the future of hunting and conservation. Special Report, *Delta waterfowl*, p. 44-53. <https://deltawaterfowl.org/wp-content/uploads/2017/03/LoomingCrisis.pdf>. (Page consultée le 2 avril 2019).
- Walker, J., Rotella, J.J., Schmidt, J.H., Loesch, C.R., Reynolds, R.E., Lindberg, M.S., Ringelman, J.K., & Stephens, S.E. (2013a). Distribution of duck broods relative to habitat characteristics in the Prairie Pothole Region. *The Journal of Wildlife Management*, vol. 77, no 2, p. 392-404.
- Walker, J., Rotella, J.J., Stephens, S.E., Lindberg, M.S., Ringelman, J.K., Hunter, C., & Smith, A.J. (2013b). Time-lagged variation in pond density and primary productivity affects duck nest survival in the Prairie Pothole Region. *Ecological Applications*, vol. 23, no 5, p. 1061-1074.
- Wang, J., Bai, X., Hu, H., Clites, A., Colton, M., & Lofgren, B. (2012). Temporal and spatial variability of Great Lakes ice cover, 1973–2010. *Journal of Climate*, vol. 25, no 4, p. 1318-1329.
- Ward, D.H., Reed, A., Sedinger, J.S., Black, J.M., Derksen, D.V., & Castelli, P.M. (2005). North American Brant: effects of changes in habitat and climate on population dynamics. *Global Change Biology*, vol. 11, no 6, p. 869-880.

- Ward, D.H., Dau, C.P., Tibbitts, T.L., Sedinger, J.S., Anderson, B.A., & Hines, J.E. (2009). Change in abundance of Pacific brant wintering in Alaska: evidence of a climate warming effect?. *Arctic*, vol. 62, no 3, p. 301-311.
- Watson, D.O., & Boxall, P.C. (2005). *Trends in hunter participation in Alberta, 1990 to 2000: An analysis of the hunter licensing system databases* (Vol. 404). Edmonton, Alberta, Canadian Forest Service, 42 p. <http://cfs.nrcan.gc.ca/pubwarehouse/pdfs/25904.pdf> (Page consultée le 15 juin 2019).
- Watson, J. E., Rao, M., Ai-Li, K., & Yan, X. (2012). Climate change adaptation planning for biodiversity conservation: A review. *Advances in Climate Change Research*, vol. 3, no 1, p. 1-11.
- Werner, B.A., Johnson, W.C., & Guntenspergen, G.R. (2013). Evidence for 20th century climate warming and wetland drying in the North American Prairie Pothole Region. *Ecology and Evolution*, vol. 3, no 10, p. 3471-3482.
- Wesche, S.D., & Chan, H.M. (2010). Adapting to the impacts of climate change on food security among Inuit in the Western Canadian Arctic. *EcoHealth*, vol. 7, no 3, p. 361-373.
- Wilkins, E.J., & Miller, H.M. (2018). *Public views of wetlands and waterfowl conservation in the United States—Results of a survey to inform the 2018 update of the North American Waterfowl Management Plan (No. 2017-1148)*. Reston, US Geological Survey, 134 p. <https://pubs.usgs.gov/of/2017/1148/ofr20171148.pdf> (Page consultée le 15 juin 2019).
- Williams, B.K., & Johnson, F.A. (1995). Adaptive management and the regulation of waterfowl harvests. *Wildlife Society Bulletin (1973-2006)*, vol. 23, no 3, p. 430-436.
- Williams, B.K., & Brown, E.D. (2014). Adaptive management: from more talk to real action. *Environmental Management*, vol. 53, no 2, p. 465-479.
- Williams, C.K., & Castelli, P.M. (2012). A historical perspective of the connectivity between waterfowl research and management. In Sands, J.P., DeMaso, S.J., Schnupp, M.J., & Brennan, L.A., *Wildlife science: connecting research with management* (p. 155- 178). New York, CRC Press.
- Williams, J.W., & Jackson, S.T. (2007). Novel climates, no-analog communities, and ecological surprises. *Frontiers in Ecology and the Environment*, vol. 5, no 9, p. 475-482.
- Wilsey, C., Taylor, L., Bateman, B., Jensen, C., Michel, N., Panjabi, A., & Langham, G. (2019). Climate policy action needed to reduce vulnerability of conservation-reliant grassland birds in North America. *Conservation Science and Practice*, vol. 1, no 4, p. e21.
- Withey, P., & van Kooten, G.C. (2011). The effect of climate change on optimal wetlands and waterfowl management in Western Canada. *Ecological Economics*, vol. 70, no 4, p. 798-805.

- Wong, L., van Kooten, G.C., & Clarke, J.A. (2012). The impact of agriculture on waterfowl abundance: evidence from panel data. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, vol. 37, no 2, p. 321-334.
- Wormworth, J., Sekercioglu, C.H., & Şekercioğlu, C. (2011). *Winged sentinels: birds and climate change*. New York, Cambridge University Press, 273 p.
- Young, B.E., Byers, E., Hammerson, G., Frances, A., Oliver, L., & Treher, A. (2016). *Guidelines for using the NatureServe Climate Change Vulnerability*. Index. Arlington, NatureServe, 65 p. [http://www.natureserve.org/sites/default/files/guidelines\\_natureserveclimatechangevulnerabilityindex\\_r3.02\\_1\\_jun\\_2016.pdf](http://www.natureserve.org/sites/default/files/guidelines_natureserveclimatechangevulnerabilityindex_r3.02_1_jun_2016.pdf) (Page consultée le 5 mars 2019).
- Zaifman, J., Shan, D., Ay, A., & Jimenez, A.G. (2017). Shifts in bird migration timing in North American long-distance and short-distance migrants are associated with climate change. *International Journal of Zoology*, vol. 2017, p. 1-9.
- Zarzycki, M.C. (2017). *Evidence for cross-seasonal effects: insights from long-term data on northern pintail*. Master of science, Oregon State University, Corvallis, Oregon, U.S.A., 44 p.
- Zhao, Q., Silverman, E., Fleming, K., & Boomer, G.S. (2016). Forecasting waterfowl population dynamics under climate change—Does the spatial variation of density dependence and environmental effects matter?. *Biological conservation*, vol. 194, p. 80-88.
- Zhao, Q., Arnold, T.W., Devries, J.H., Howerter, D.W., Clark, R.G., & Weegman, M.D. (2019a). Land use change increases climatic vulnerability of migratory birds: insights from integrated population modelling. *Journal of Animal Ecology*, vol. 88, no 10, p. 1625-1637.
- Zhao, Q., Boomer, G.S., & Royle, J.A. (2019b). Integrated modeling predicts shifts in waterbird population dynamics under climate change. *Ecography*, vol. 42, p. 1-12.
- Zipkin, E.F., Gardner, B., Gilbert, A.T., O'Connell, A.F., Royle, J.A., & Silverman, E.D. (2010). Distribution patterns of wintering sea ducks in relation to the North Atlantic Oscillation and local environmental characteristics. *Oecologia*, vol. 163, no 4, p. 893-902.
- Zipkin, E.F., & Saunders, S.P. (2018). Synthesizing multiple data types for biological conservation using integrated population models. *Biological Conservation*, vol. 217, p. 240-250.
- Zöckler, C., Delany, S., & Hagemeijer, W. (2003). Wader populations are declining – how will we elucidate thereasons? *Wader Study Group Bulletin*. Vol. 100, p. 202–211.

## **Annexes**

## **Annexe 1**

**Espèces de sauvagine à statut particulier selon l'UICN, le Canada, les États-Unis et le Mexique**

**Tableau A1. Espèces à statut de conservation particulier en Amérique du Nord, selon l'UICN et les institutions responsables au Canada, aux États-Unis et au Mexique**

| Espèce/Sous-espèce  | Statut de l'espèce                      |                           |                                       |                      |
|---|---|---------------------------|---------------------------------------|----------------------|
|   | Statut UICN                             | Au Canada                 | Aux États-Unis                        | Au Mexique           |
| Canard brun<br><i>Anas fulvigula</i>                        | Préoccupation mineure <sup>a</sup>      |                           |                                       | Menacée <sup>b</sup> |
| Canard du Mexique<br><i>Anas platyrhynchos diazi</i>        | Préoccupation mineure <sup>a</sup>      |                           |                                       | Menacée <sup>b</sup> |
| Garrot d'Islande (Est)<br><i>Bucephala islandica</i>        | Non évaluée <sup>a</sup>                | Préoccupante <sup>c</sup> |                                       |                      |
| Macreuse à bec jaune<br><i>Melanitta americana</i>          | Susceptible d'être menacée <sup>a</sup> |                           |                                       |                      |
| Harlede Kakawi<br><i>Clangula hyemalis</i>                  | Vulnérable <sup>a</sup>                 |                           |                                       |                      |
| Arlequin plongeur (Est)<br><i>Histrionicus histrionicus</i> | Préoccupation mineure <sup>a</sup>      | Préoccupante <sup>c</sup> |                                       |                      |
| Eider de Steller<br><i>Polysticta stelleri</i>              | Vulnérable <sup>a</sup>                 |                           | Menacée et en évaluation <sup>f</sup> |                      |
| Eider à lunettes<br><i>Somateria fischeri</i>               | Presque menacée <sup>a</sup>            |                           | Menacée <sup>f</sup>                  |                      |
| Bernache cravant noire<br><i>Branta bernicla nigricans</i>  | Non évaluée                             |                           |                                       | Menacée <sup>b</sup> |

a BirdLife International, 2020; b SEMARNAT, 2010; c Loi sur les espèces en péril; d U.S. Endangered Species Act.



## **Annexe 2**

**Valeurs de chaque critère obtenu pour l'analyse de vulnérabilité des espèces de sauvagines face aux changements climatiques**

**Tableau A2.1. Analyse de vulnérabilité des espèces de canards barboteurs face aux changements climatiques basée sur certaines caractéristiques écologiques des espèces et de facteurs influençant la responsabilité des gestionnaires face aux espèces.**

| Espèce/Sous-espèce      |                    | Critères, pondérations, score et rang |                       |                |                             |                            |                                     |               |   |                     |             |           |                |            |             |             | Référence |       |
|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------------|----------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------------|---------------|---|---------------------|-------------|-----------|----------------|------------|-------------|-------------|-----------|-------|
|                         | Nom latin          | Taille de population                  | Distance de migration | Habitat limité | Stratégie d'histoire de vie | Spécialisation de l'espèce | Type de stimulation de la migration | Vulnérabilité | Poids Importance du Nord dans le cycle de vie | Poids Endémique A-N | Statut IUCN | Au Canada | Aux États-Unis | Au Mexique | Poid statut | Score final | Rang      |       |
| Barboteur               |                    |                                       |                       |                |                             |                            |                                     |               |   |                     |             |           |                |            |             |             |           |       |
| Canard colvert          | Anas platyrhynchos | 0                                     | 0                     | 0              | 0                           | 0                          | 1                                   | 1             | 1   | 1                   | 0           | 0         | 0              | 0          | 1           | 1           | 48        | a & b |
| Canard noir             | Anas rubripes      | 0                                     | 0                     | 0              | 0                           | 0                          | 1                                   | 1             | 1   | 1.5                 | 0           | 0         | 0              | 0          | 1           | 1.5         | 41        | a & b |
| Canard chipeau          | Mareca strepera    | 0                                     | 0                     | 0              | 0                           | 0                          | 1                                   | 1             | 1   | 1                   | 0           | 0         | 0              | 0          | 1           | 1           | 48        | a & b |
| Canard d'Amérique       | Mareca americana   | 0                                     | 1                     | 0              | 0                           | 0                          | 1                                   | 2             | 1   | 1.5                 | 0           | 0         | 0              | 0          | 1           | 3           | 27        | a & b |
| Canards souchet         | Spatula clypeata   | 0                                     | 1                     | 0              | 0                           | 1                          | 1                                   | 3             | 1   | 1                   | 0           | 0         | 0              | 0          | 1           | 3           | 27        | a & b |
| Canard pilet            | Anas acuta         | 0                                     | 1                     | 0              | 0                           | 0                          | 1                                   | 2             | 1   | 1                   | 0           | 0         | 0              | 0          | 1           | 2           | 36        | a & b |
| Canard brun             | Anas fulvigula     | 1                                     | 0                     | 2              | 0                           | 0                          | 1                                   | 4             | 1   | 1.5                 | 0           | 0         | 0              | 2          | 2.5         | 15          | 7         | a & b |
| Canard du Mexique       | Anas diazi         | 1                                     | 0                     | 2              | 0                           | 0                          | 1                                   | 4             | 1   | 1.5                 | 0           | 0         | 0              | 2          | 2.5         | 15          | 7         | a & b |
| Canard branchu          | Aix sponsa         | 0                                     | 0                     | 0              | 0                           | 0                          | 1                                   | 1             | 1   | 1.5                 | 0           | 0         | 0              | 0          | 1           | 1.5         | 41        | a & b |
| Sarcelle d'hiver        | Anas crecca        | 0                                     | 1                     | 0              | 0                           | 0                          | 1                                   | 2             | 1   | 1                   | 0           | 0         | 0              | 0          | 1           | 2           | 36        | a & b |
| Sarcelle à ailes bleues | Spatula discors    | 0                                     | 1                     | 0              | 0                           | 0                          | 2                                   | 3             | 1   | 1.5                 | 0           | 0         | 0              | 0          | 1           | 4.5         | 22        | a & b |
| Sarcelle cannelle       | Spatula cyanoptera | 0                                     | 0                     | 0              | 0                           | 0                          | 1                                   | 1             | 1   | 1.5                 | 0           | 0         | 0              | 0          | 1           | 1.5         | 41        | a & b |

a = Bellrose, 1980; b = Cornell Lab of ornithology, 2019

**Tableau A2.2. Analyse de vulnérabilité des espèces de canards plongeurs face aux changements climatiques basée sur certaines caractéristiques écologiques des espèces et de facteurs influençant la responsabilité des gestionnaires face aux espèces.**

| Espèce/Sous-espèce    |                           | Critères, pondérations, score et rang |                       |                |                             |                            |                                     |               |   |                     |             |           |                |            |             |             |      | Référence   |
|-----------------------|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------|----------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------------|---------------|---|---------------------|-------------|-----------|----------------|------------|-------------|-------------|------|-------------|
| Nom latin             |                           | Taille de population                  | Distance de migration | Habitat limité | Stratégie d'histoire de vie | Spécialisation de l'espèce | Type de stimulation de la migration | Vulnérabilité | Poids Importance du Nord dans le cycle de vie | Poids Endémique A-N | Statut IUCN | Au Canada | Aux États-Unis | Au Mexique | Poid statut | Score final | Rang |             |
| <b>Plongeur</b>       |                           |                                       |                       |                |                             |                            |                                     |               |   |                     |             |           |                |            |             |             |      |             |
| Fuligule à tête rouge | <i>Aythya americana</i>   | 1                                     | 0                     | 1              | 1                           | 1                          | 2                                   | <b>6</b>      | 1   | 1.5                 | 0           | 0         | 0              | 0          | 1           | 9           | 9    | a, b, c & d |
| Fuligule à dos blanc  | <i>Aythya valisineria</i> | 0                                     | 0                     | 0              | 1                           | 1                          | 2                                   | <b>4</b>      | 1   | 1.5                 | 0           | 0         | 0              | 0          | 1           | 6           | 16   | a, b, c & d |
| Fuligule à collier    | <i>Aythya collaris</i>    | 0                                     | 1                     | 0              | 0                           | 0                          | 2                                   | <b>3</b>      | 1   | 1.5                 | 0           | 0         | 0              | 0          | 1           | 4.5         | 22   | a, b, c & d |
| Fuligule milouinan    | <i>Aythya marila</i>      | 0                                     | 0                     | 0              | 1                           | 0                          | 2                                   | <b>3</b>      | 1.25  | 1                   | 0           | 0         | 0              | 0          | 1           | 3.8         | 25   | a, b, c & d |

a = Bellrose, 1980; b = Cornell Lab of ornithology, 2019; c = Gurney, 2011; d = Drever *et al.*, 2012

**Tableau A2.3. Analyse de vulnérabilité des espèces de canards de mer face aux changements climatiques basée sur certaines caractéristiques écologiques des espèces et sur des facteurs influençant la responsabilité des gestionnaires face aux espèces.**

| Espèce/ Sous-espèce       |                                  | Critères, pondérations, score et rang |                       |                |                             |                            |                                     |               |   |                     |             |           |                |            |             |             |      | Référence   |
|---------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|----------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------------|---------------|---|---------------------|-------------|-----------|----------------|------------|-------------|-------------|------|-------------|
|                           | Nom latin                        | Taille de population                  | Distance de migration | Habitat limité | Stratégie d'histoire de vie | Spécialisation de l'espèce | Type de stimulation de la migration | Vulnérabilité | Poids Importance du Nord dans le cycle de vie | Poids Endémique A-N | Statut IUCN | Au Canada | Aux États-Unis | Au Mexique | Poid statut | Score final | Rang |             |
| <b>Canard de mer</b>      |                                  |                                       |                       |                |                             |                            |                                     |               |   |                     |             |           |                |            |             |             |      |             |
| Macreuse à bec jaune      | <i>Melanitta americana</i>       | 0                                     | 0                     | 2              | 1                           | 0                          | 2                                   | <b>5</b>      | 1.25  | 2                   | 1           | 0         | 0              | 0          | 1.75        | 16          | 4    | a, b & d    |
| Macreuse à front blanc    | <i>Melanitta perspicillata</i>   | 0                                     | 0                     | 0              | 1                           | 0                          | 2                                   | <b>3</b>      | 1.25  | 1                   | 0           | 0         | 0              | 0          | 1           | 3.8         | 25   | a, b & d    |
| Macreuse à ailes blanches | <i>Melanitta deglandi</i>        | 0                                     | 0                     | 0              | 1                           | 0                          | 2                                   | <b>3</b>      | 1.25  | 2                   | 0           | 0         | 0              | 0          | 1           | 5.6         | 18   | a, b & d    |
| Harlede Kakawi            | <i>Clangula hyemalis</i>         | 0                                     | 0                     | 0              | 1                           | 0                          | 1                                   | <b>2</b>      | 1.25  | 1                   | 2           | 0         | 0              | 0          | 2.5         | 6.3         | 15   | a & b       |
| Arlequin plongeur (Est)   | <i>Histrionicus histrionicus</i> | 1                                     | 0                     | 1              | 1                           | 1                          | 1                                   | <b>5</b>      | 1.25  | 2                   | 0           | 1         | 0              | 0          | 1.75        | 16          | 4    | a & b       |
| Arlequin plongeur (Ouest) | <i>Histrionicus histrionicus</i> | 0                                     | 0                     | 1              | 1                           | 1                          | 1                                   | <b>4</b>      | 1.25  | 2                   | 0           | 0         | 0              | 0          | 1           | 7.5         | 10   | a & b       |
| Edeir à tête grise        | <i>Somateria spectabilis</i>     | 0                                     | 0                     | 0              | 1                           | 0                          | 1                                   | <b>2</b>      | 1.25  | 1                   | 0           | 0         | 0              | 0          | 1           | 2.5         | 29   | a & b       |
| Eider à duvet             | <i>Somateria mollissima</i>      | 0                                     | 0                     | 0              | 1                           | 0                          | 1                                   | <b>2</b>      | 1.25  | 1                   | 0           | 0         | 0              | 0          | 1           | 2.5         | 29   | a & b       |
| Eider de Steller          | <i>Polysticta stelleri</i>       | 1                                     | 0                     | 2              | 1                           | 1                          | 1                                   | <b>6</b>      | 1.25  | 1                   | 2           | 0         | 2              | 0          | 4           | 30          | 1    | a & b       |
| Eider à lunettes          | <i>Somateria fischeri</i>        | 1                                     | 0                     | 2              | 1                           | 1                          | 1                                   | <b>6</b>      | 1.25  | 2                   | 0           | 0         | 2              | 0          | 2.5         | 28          | 2    | a & b       |
| Garrot à œil d'or         | <i>Bucephala clangula</i>        | 0                                     | 0                     | 0              | 0                           | 0                          | 1                                   | <b>1</b>      | 1.25  | 1                   | 0           | 0         | 0              | 0          | 1           | 1.3         | 46   | a, b, c & d |
| Garrot d'Islande (Est)    | <i>Bucephala islandica</i>       | 1                                     | 0                     | 2              | 1                           | 1                          | 1                                   | <b>6</b>      | 1   | 1.5                 | 0           | 1         | 0              | 0          | 1.75        | 16          | 6    | a, b, c & d |

a = Bellrose, 1980; b = Cornell Lab of ornithology, 2019; c = Gurney, 2011; d = Drever *et al.*, 2012

**Tableau A2.3. Analyse de vulnérabilité des espèces de canards de mer face aux changements climatiques basée sur certaines caractéristiques écologiques des espèces et de facteurs influençant la responsabilité des gestionnaires face aux espèces (suite).**

| Espèce/ Sous-espèce      |                              | Critères, pondérations, score et rang |                       |                |                             |                            |                                     |               |   |                     |             |           |                |            |             |             |      |          | Référence |
|--------------------------|------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|----------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------------|---------------|---|---------------------|-------------|-----------|----------------|------------|-------------|-------------|------|----------|-----------|
|                          | Nom latin                    | Taille de population                  | Distance de migration | Habitat limité | Stratégie d'histoire de vie | Spécialisation de l'espèce | Type de stimulation de la migration | Vulnérabilité | Poids Importance du Nord dans le cycle de vie | Poids Endémique A-N | Statut IUCN | Au Canada | Aux États-Unis | Au Mexique | Poid statut | Score final | Rang |          |           |
| Garrot d'Islande (Ouest) | <i>Bucephala islandica</i>   | 0                                     | 0                     | 1              | 1                           | 1                          | 1                                   | 4             | 1   | 1.5                 | 0           | 0         | 0              | 0          | 1           | 6           | 16   | b, c & d |           |
| Petit garrot             | <i>Bucephala albeola</i>     | 0                                     | 0                     | 0              | 0                           | 0                          | 1                                   | 1             | 1   | 1.5                 | 0           | 0         | 0              | 0          | 1           | 1.5         | 41   | b, c & d |           |
| Grand harle              | <i>Mergus merganser</i>      | 0                                     | 0                     | 0              | 0                           | 0                          | 1                                   | 1             | 1   | 1                   | 0           | 0         | 0              | 0          | 1           | 1           | 48   | b, c & d |           |
| Harle huppé              | <i>Mergus serrator</i>       | 0                                     | 0                     | 0              | 0                           | 0                          | 1                                   | 1             | 1.25  | 1                   | 0           | 0         | 0              | 0          | 1           | 1.3         | 46   | b, c & d |           |
| Harle couronné           | <i>Lophodytes cucullatus</i> | 0                                     | 0                     | 0              | 0                           | 0                          | 1                                   | 1             | 1   | 1.5                 | 0           | 0         | 0              | 0          | 1           | 1.5         | 41   | b, c & d |           |

a = Bellrose, 1980; b = Cornell Lab of ornithology, 2019; c = Gurney, 2011; d = Drever *et al.*, 2012

**Tableau A2.4. Valeurs de chaque critère obtenu pour l'analyse de vulnérabilité des espèces d'oies et de bernaches face aux changements climatiques**

| Espèce/ Sous-espèce    |  | Critères, pondérations, score et rang |                       |                |                             |                            |                                     |               |   |                     |             |           |                |            |              |             |      |       | Référence |
|------------------------|--|---------------------------------------|-----------------------|----------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------------|---------------|---|---------------------|-------------|-----------|----------------|------------|--------------|-------------|------|-------|-----------|
|                        | Nom latin                              | Taille de population                  | Distance de migration | Habitat limité | Stratégie d'histoire de vie | Spécialisation de l'espèce | Type de stimulation de la migration | Vulnérabilité | Poids Importance du Nord dans le cycle de vie | Poids Endémique A-N | Statut IUCN | Au Canada | Aux États-Unis | Au Mexique | Poids statut | Score final | Rang |       |           |
| <b>Oie et Bernache</b> |  |                                       |                       |                |                             |                            |                                     |               |   |                     |             |           |                |            |              |             |      |       |           |
| Bernache du Canada     | <i>Branta canadensis</i>               | 0                                     | 1                     | 0              | 2                           | 0                          | 1                                   | 4             | 1.25  | 2                   | 0           | 0         | 0              | 0          | 1            | 7.5         | 10   | a & b |           |
| Bernache de Hutchins   | <i>Branta hutchinsii</i>               | 0                                     | 1                     | 0              | 2                           | 0                          | 1                                   | 4             | 1.25  | 2                   | 0           | 0         | 0              | 0          | 1            | 7.5         | 10   | a & b |           |
| Grande oie des neiges  | <i>Anser caerulescens caerulescens</i> | 0                                     | 1                     | 0              | 2                           | 0                          | 1                                   | 4             | 1.25  | 1                   | 0           | 0         | 0              | 0          | 1            | 5           | 19   | a & b |           |
| Petite oie des neiges  | <i>Anser caerulescens atlantica</i>    | 0                                     | 1                     | 0              | 2                           | 0                          | 1                                   | 4             | 1.25  | 1                   | 0           | 0         | 0              | 0          | 1            | 5           | 19   | a & b |           |
| Oie de Ross            | <i>Anser rossii</i>                    | 0                                     | 1                     | 0              | 2                           | 0                          | 1                                   | 4             | 1.25  | 2                   | 0           | 0         | 0              | 0          | 1            | 7.5         | 10   | a & b |           |
| Oie rieuse             | <i>Anser albifrons</i>                 | 0                                     | 1                     | 0              | 2                           | 0                          | 1                                   | 4             | 1.25  | 1                   | 0           | 0         | 0              | 0          | 1            | 5           | 19   | a & b |           |
| Bernache cravant       | <i>Branta bernicla</i>                 | 0                                     | 1                     | 1              | 2                           | 1                          | 1                                   | 6             | 1.25  | 1                   | 0           | 0         | 0              | 0          | 1            | 7.5         | 10   | a & b |           |
| Bernache cravant noire | <i>Branta bernicla nigricans</i>       | 0                                     | 1                     | 1              | 2                           | 1                          | 1                                   | 6             | 1.25  | 2                   | 0           | 0         | 0              | 2          | 2.5          | 28          | 2    | a & b |           |

a = Bellrose, 1980; b = Cornell Lab of ornithology, 2019